

مركز دراسات الوحدة العربية

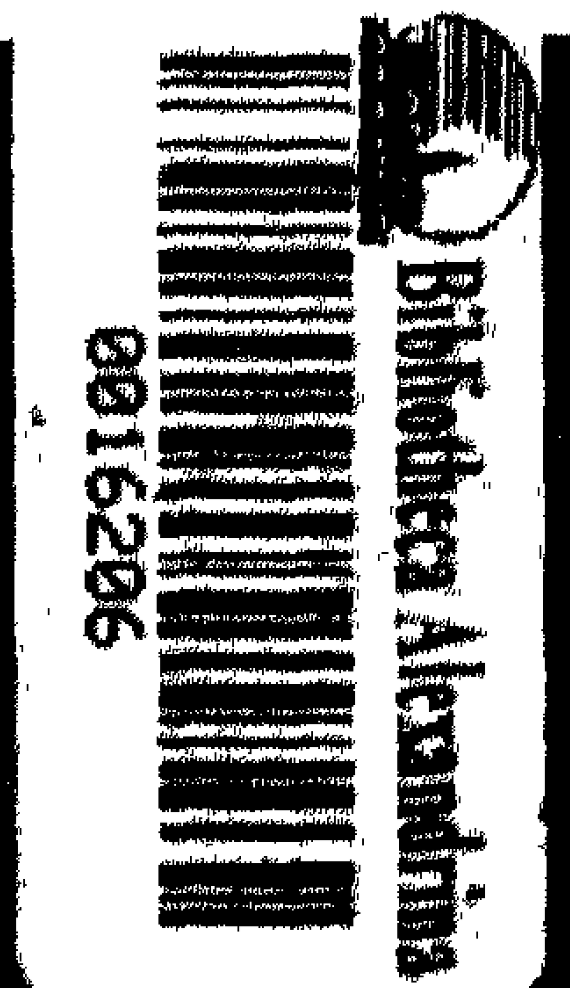
سلسلة تاريخ العلوم عند العرب (٢)

تاريخ علم الفلك العربي

مؤيد الدين العرضي

(المتوفى سنة ٦٦٤هـ - ١٢٦٦م)

كتاب الهيئة



تحقيق و تقديم

الدكتور جورج صليبا

تاريخ علم الفلك العربي

مؤيد الدين العرضي

(المتوفى سنة ٦٦٤هـ - ١٢٦٦م)

كتاب الهيئة



مركز دراسات الوحدة العربية

سلسلة تاريخ العلوم عند العرب (٢)

تاريخ علم الفلك العربي

مؤيد الدين العرضي

(المتوفى سنة ٦٦٤هـ - ١٢٦٦م)

كتاب الهيئة

تحقيق وتقديم

الدكتور جورجي صليبا

سلسلة تاريخ العلوم عند العرب

تحت اشراف الدكتور رشدي راشد

صدر منها:

١ ـ تاريخ الرياضيات العربية بين الجبر والحساب   د. رشدي راشد

٢ ـ تاريخ علم الفلك العربي: مؤيد الدين العرضي (كتاب الهيئة) تحقيق وتقديم جورج صليبا

«الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبّر بالضرورة
عن اتجاهات يتبناها مركز دراسات الوحدة العربية»

مركز دراسات الوحدة العربية

بناية «سادات تاور» شارع ليون ص. ب: ٦٠٠١ ـ ١١٣ ـ بيروت ـ لبنان
تلفون: ٨٠١٥٨٢ ـ ٨٦٩١٦٤ برقياً: «مرعربي»
تلكس: ٢٣١١٤ مارابي. فاكسيميلي: ٨٦٥٥٤٨ (٩٦١١)

الطبعة الأولى: بيروت، تشرين الأول/ أكتوبر ١٩٩٠
الطبعة الثانية: بيروت، كانون الثاني/ يناير ١٩٩٥

المحتويات

تصدير

لقد كانت الهيئة الشائعة التي تداولها الفلكيون العرب خلال فترة القرون الوسطى هي الهيئة التي وصفها بطلميوس القلوذي في كتابه المعروف بكتاب المجسطي، وقد أكمل وصفها في كتابه الثاني المعروف بكتاب المنشورات. ويمكن تلخيص هذه الهيئة بوصفها أنّها تعتمد على الأرصاد القديمة التي تسلّمها بطلميوس والأرصاد التي أجراها هو، كما تعتمد على أصول علم الطبيعة اليوناني الذي كان شائعاً آنذاك، وبالتالي جاءت هذه الهيئة على أنّها وصف لحركات كرات فُرضت لكل كوكب من الكواكب السيارة.

فمن علم الطبيعة أخذ بطلميوس مبدأ الحركة الدورية المنتظمة على أنها الحركة الطبيعية للأجسام الفلكية. ومن الأرصاد أخذ المقادير الوسطى لحركات الأفلاك الدورية، كما أخذ مقادير الكرات اللازمة لحركات الكواكب المتحيرة. وعلى هاتين القاعدتين حاول بطلميوس أن يبني هيئة رياضية دقيقة يمكن بواسطتها أن يتنبأ المرء بمكان أي كوكب شاء، لأي وقت أراد. ولكن خلال هذا البناء الرياضي لاحظ بطلميوس أن الأرصاد التي سلم بصحتها قد أجبرته على التسامح والتساهل في أمر الأصول الطبيعية التي أرادها قاعدة لهيئته. لذلك تراه يحاول تبرير هذا التجاوز في الفصل الثاني من تاسعة المجسطي حين يقول إنه اضطر «في موضع من المواضع إلى أن يستعمل أشياء خارجة عن القياس»؛ غير أنها لا بد من أن تفي بالمطلوب، لأنّ «ما يوضع وضعاً بغير برهان فبعد أن يوجد موافقاً للأمور الظاهرة فليس يمكن أن يكون وجد من غير سلوك سبيل من سبل العلم وإن كانت الجهة التي بها أدرك يعسر وصفها»[1].

فبطلميوس إذاً يعترف بعجزه عن وصف الطريق التي بواسطتها يستطيع المرء أن يثبت صحة هذه الهيئة من حيث ارتباطها بالأصول الطبيعية، ويطلب من القارىء أن يسلّم بهيئته

(١) انظر: مخطوط «المجسطي» المتحف البريطاني (٧٤٧٥)، ترجمة إسحاق - ثابت، ص ٥٣ ظ - ٥٤ و.

تلك فقط لأنّها تـوافق الأمور الـظاهرة وبـالتالي تمكنـه من التنبؤ بمكان الكـواكب السيارة لأي وقت أراد.

ولّـا وصلت هذه الهيئـة إلى الفلكيين العـرب، على عـلّاتها هـذه، وجدوا فيهـا تحدّيـاً صارخاً لما اعتقدوه منهجاً علمياً صحيحـاً. وخلاصـة اعتراضهم تكمن في أنهم أرادوا الهيئـة الرياضية أن تتناسب في آن واحـد مع الأرصـاد الدقيقـة والأصول الـطبيعية المسلّم بهـا. فإن كانت أرصاد بطلميوس سليمة، ومعظم الفلكيين العرب يقرون له بذلك، فعلى واضع الهيئة إذاً أن يتصور الكرات التي تـدير الكـواكب على نـظامها المـرصود تصـوراً يعتمد عـلى أصول طبيعية، ويمكن بواسطته وصف الكرات رياضياً دون الاخلال بهذه الأصول. لأنَّ تصـور مثل هذه الهيئة على حد قول العرضي هـو «في أعلى مراتب القوى الفكرية البشرية، وهو تمام بالحقيقة للجزء النظري من التعاليم». فالهيئة الصحيحة إذاً هي «إصابة ما يخرج بالأرصاد ويشاهـد بالعيـان ويجري عـلى الأصول الموضوعة من غير مخالفة لشيء منها»[٢].

فـالكتاب الـذي نحققه هـنـا ليس سوى حلقـة واحدة من سلسلة محـاولات قـام بهـا الفلكيون العرب، ومرامها هو تخليص هيئة بطلميوس من هذه الشوائب المنهجية التي ألمت بها. مؤلف هذا الكتاب هو المهندس الدمشقي المعروف بمؤيد الدين العـرضي الذي اشتهـر بسبب بنائه مرصد مراغة أيام الدولة الايلخانيـة وفي أثناء وزارة نصـير الدين الـطوسي. أمّا الكتـاب نفسه الذي سمّاه العرضي بكتاب الهيئة فقد وصلنا في ثلاث نسخ مخطوطة، إحداها في مكتبـة يوسف آغا في مدينة قونيا التركية ـ رقم ٦٨٢٩ ـ والثانية في مكتبة بودلي في أكسفورد ـ مارش ٦٢١ ـ والثـالثة في مكتبـة عبدالمجيـد مولـوي في مدينـة مشهد الإيـرانيـة ـ رقم ٣٩٨. وقـد استخدمت هذه النسخ الثلاث في تحقيقنـا هذا، محـاولة منـا أن نضبط القراءات التي أرادهـا المؤلف ما استطعنا إلى ذلك سبيلاً.

ولم نكن لنستطيع انجاز هذا العمل لولا المساعدات المادية والفكرية التي حظينا بهـا من مؤسسات عديـدة وأفراد عـديدين. فلولا الجـائزة المـادية التي منحتنـا إياهـا المؤسسة العلميـة الوطنية (National Science Foundation)، والجائزة المماثلة من معهد الدراسات العربية، لمـا استـطعنا التفـرغ خلال العـام الـدراسي ١٩٨٢ ـ ١٩٨٣ وصب الجهـود كلهـا لإنجـاز هـذا التحقيق. كذلك استفدت من العضوية في معهد الدراسات العليا ـ برنستون ـ حيث أتيح لي استخدام المعهد والتشاور مع الأعضاء الآخرين خلال تلك السنة.

أما المساعدات الأخرى، من فكرية وغيرها، والتي وهبني إياها أفراد آخرون فـلا يمكن إحصاؤها هنا. ولكن عليَّ التنويه بالمساعـدات التي لقيتها لـدى القيمين عـلى المكتبات المعنيّـة

---

(٢) انـظر: مؤيد الـدين العرضي، كتـاب الهيئة، مخـطوط «مكتبة بـودلي، اكسفورد، مـارش (٦٢١)،» ص ١٥٧ ظ.

الذين سهلوا لي الحصول على صور من المخـطوطات التي في حـوزتهم. كذلـك لولا مسـاعدة معمر ديزر ـ مدير مرصد قنديلي في استانبول ـ لما استطعت الحصـول على نسخـة مصورة من مخطوط قونيا. أما زميلي وصديقي ديفيدكينغ من جامعة فرنكفورت فقـد سهّل لي الحصول على نسخة من مخطوط مشهد، كما فتح لي مكتبته العامرة ولم يبخل عليَّ بشيء منها.

لكن الدَين الأعظم هو ما أدين به لصديقي نويل سفـردلوف من جـامعة شيكـاغو، إذ كان أول من لفت نظري إلى أهمية كتاب العرضي العلمية، وصديقي الآخر برنارد غولدستين الـذي كان أول من أطلعني عـلى نسخة مصـورة لمخطوط بـودلي من الكتاب. كـان ذلك أول عهدي بكتاب الهيئة الذي أحققه هنا.

أمـا القيمون عـلى الإدارة في جامعـة كولـومبيا ـ نيـويورك ـ وزمـلائي في دائـرة الشرق الأوسط، فقد لقيت منهم كل مساعدة توخيتها ولهم مني خالص الشكر والتقدير.

يبقى هناك الديون الفكرية التي لا يمكن أن توفى، والتي لا تستطيع الكلمات أن تصف مقـدارهـا مهـما حـاول المـرء جهـداً. فلن أستـطيـع، مهـما حـاولت، أن أعـبّر عن شكـري للمساعدات والنصـائح التي تفضّـل عليّ بهـا أوتو نـويغبور من جـامعة بـراون عبر السنـوات العديدة التي عرفته خلالها. كذلك أعجز عن شكر ادوارد كنـيـدي من الجامعـة الأميركيـة في بيروت الذي علّمني خلال سنوات عديدة كل ما أعرفه من تـاريخ علم الفلك عنـد العرب. فكيف يـوفي الإنسان دَين العلم؟ أمـلي فقط أن يقبـل إهـداء هـذا الكتـاب كعـربـون شكـر وتقدير.

جورج صليبا

مُقـَـدّمـة

أولاً : مقدمة التحقيق

كتاب الهيئة لمؤيد الدين العرضي هو إحدى المحاولات التي قام بها الفلكيون العرب خلال القرون الوسطى، والتي أرادوا منها إعادة بناء الهيئة اليونانية التي تسلّموها عبر كتاب المجسطي وكتاب المنشورات لبطلميوس القلوذي، الفلكي اليوناني الذي عاش خلال القرن الثاني الميلادي. والجدير بالذكر أن الهيئة اليونانية البطلمية تلك كانت هي الهيئة المهيمنة طوال فترة القرون الوسطى حتى عصر كوبرنيك، الذي تعزى إليه الثورة العلمية التي انبثق منها العلم الحديث.

وعلى الرغم من تعدد المحاولات التي قام بها الفلكيون العرب في أثناء ردّهم على الهيئة البطلمية أو في أثناء تعديلها ونقضها، وعلى الرغم من أن الأبحاث الحديثة قد كشفت عن أسماء الفلكيين العرب من أمثال إبن الهيثم وجابر بن أفلح، والبطروجي ونصير الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي وابن الشاطر الدمشقي، الذين حاولوا وضع أسس جديدة لعلم الهيئة، فإن أعمال هؤلاء الفلكيين قد بقيت حتى يومنا هذا إما مهملة منسيّة أو غير مدروسة بشكل كامل. وهذه الأبحاث الحديثة عينها التي قام بها مؤخراً ادوارد كنيدي، من الجامعة الأميركية في بيروت، وطلابه، هي التي كشفت لنا النقاب عن الدور الذي لعبه الفلكيون العرب في إعادة صياغة الهيئة البطلمية على أسس رياضية جديدة، والتي أدّت بالتالي إلى الهيئة الجديدة التي ابتكرها كوبرنيك خلال القرن السادس عشر. بل زيادة على ذلك، بدأ الباحثون في هيئة كوبرنيك، من أمثال نويغبور وسفردلوف، يدرسون الدور الذي لعبته النظريات الرياضية العربية في هيئة كوبرنيك نفسه، حيث بدأوا يبحثون الآن عن الطريق الذي تعرّف به كوبرنيك إلى أعمال الفلكيين العرب، إذ إن تأثره بهذه الأعمال أصبح أمراً مفروغاً منه. فالكتاب الذي نقوم بتحقيقه الآن هو أحد هذه الأعمال الفلكية العربية

التي نرى فيها التطابق التام بين ما توصّل إليه مؤيد الدين العرضي في هيئة الأفلاك العليا وبين ما اقترحه كوبرنيك لهيئة هذه الأفلاك عينها بعد قرون ثلاثة.

أما من حيث تاريخ علم الفلك العربي، فكتاب الهيئة للعرضي هو من أول المطوّلات في الهيئة الذي كان تأثيره واضحاً في أعمال كل من قطب الدين الشيرازي وابن الشاطر الدمشقي. فقطب الدين مثلاً الذي ألّف كتابين في الهيئة، أحدهما سمّاه **نهاية الإدراك في دراية الأفلاك** وسمّى الآخر **التحفة الشاهية**، يأخذ عن **كتاب الهيئة** للعرضي جل موضوعاته وحلوله ويسمّيها في أكثر الأحيان الأصول المفضّلة. أما ابن الشاطر فعلى الرغم من اعتراضه على بعض نواحي هيئة العرضي نراه هو الآخر يتبنى المنهجية العلمية عينها ـ مستخدماً أحياناً العبارات عينها ـ التي استخدمها العرضي. وليس على متصفّح هيئة العرضي إلّا أن يقابلها بكتاب **نهاية السول في تصحيح الأصول** لابن الشاطر الدمشقي ليتبين التقارب المنهجي بين الكتابين.

ثانياً: مؤلف «كتاب الهيئة»

لقد ورد اسم المؤلف في متن أحد المخطوطات التي استخدمت في هذا التحقيق على أنه «الشيخ الإمام العالم الكامل المحقق المتقن شرف المهندسين أعجوبة الدهر نادرة العصر مؤيد الملة والدين زين الإسلام والمسلمين مؤيد بن بريك المهندس العرضي العامري». أما المخطوطان الباقيان فقد نوّها عنه بأنه «الشيخ المؤلف» أو «الشيخ الامام» دون ذكر اسمه كاملاً.

وما نعرفه عن مؤيد الدين العرضي قليل جداً. فقد خلّف لنا رسالة في وصف آلات الرصد التي أقامها في مرصد مراغة، يستشف منها أنه أخذ إلى هناك خصيصاً لهذه الوظيفة، وأنّه كان يشعر بالغربة عن أهله وأوطانه خلال إقامته في مراغة. وعندما نذكر أن مرصد مراغة كان من منجزات دولة المغول الأيلخانية في شمالي غربي إيران، وكان تحت أمرة نصير الدين الطوسي، الذي لعب دوراً سياسياً مهماً في سقوط بغداد تحت وطأة المغول، نؤكد عندها أن مؤيد الدين العرضي لم يصل إلى مراغة حتى حدود سنة ٦٥٧ هـ/ ١٢٥٩ م، السنة التي تم فيها تأسيس ذلك المرصد الشهير.

قبل ذلك كان يعمل مهندساً في دمشق، إذ يذكر في رسالة آلات الرصد أنّه كان قد صنع آلة وهو في دمشق، أشرف عليه الملك المنصور صاحب حمص، ووزيره نجم الدين اللبودي. أما الملك المنصور صاحب حمص، فقد تولّى على حمص بين سنتي ٦٣٧ هـ/ ١٢٣٩ م و٦٤٣ هـ/ ١٢٤٥ م وهو الملك المنصور ابراهيم بن الملك المجاهد أسد الدين شيركوه الأيوبي. أما وزيره نجم الدين اللبودي فهو الذي ذكره ابن أبي أصيبعة على أنه نجم الدين أبو زكريا يحيى بن الحكيم الإمام شمس الدين محمد بن عبدان بن عبدالواحد الذي

خـدم الملك المنصور وزيـراً بعد أن كـان طبيباً لـه حتى وفاة الملك المنصـور سنة ٦٤٣ هـ[١]. فالأرجح إذاً أن يكون العرضي قد أقام في دمشق خلال ولاية المنصور يعمل مهندساً ويـدرّس الهندسة من أصول إقليدس. فـابن القف الطبيب، مثـلاً قرأ عليـه كتاب إقليـدس في دمشق بحسب رواية ابن أبي أصيبعة أيضاً[٢].

وبـاستثناء ذكـر سنـة وفـاتـه في التـاريـخ الـرشيـدي عـلى أنها كـانت سنـة ٦٦٤ هـ/ ١٢٦٦ م[٣]، يبقى هذا مجمل ما نعرفه عن مؤيد الدين العرضي نفسه.

أما عن نسبته إلى عرض فيستفاد عـلى أنّه ولـد هناك ـ وهي البلدة الـواقعة بـين تدمـر والرصافة[٤] ـ أو تحدر من عائلة عرفت فيها. كذلك نسبته إلى عامر، فالأرجح أنها إلى القبيلة العربية بني عامر. أما نسبته الدمشقي التي يستخدمها رشيد الدين في جامع التواريخ، ونصير الـدين في الزيـج الايلخاني، والعـرضي نفسه في رسـالة الارصـاد فهي حتمـاً بسبب إقـامتـه وشهرته في دمشق.

ولقب مهندس الذي أطلق عـلى مؤيد الـدين العرضي ـ وقـد بولـغ فيه أحيـاناً فسمّي ملك المهندسين أو قدوة المهندسـين أو شرف المهندسـين ـ فهو ولا شـك دليل مهنتـه التي برز فيها، كما تؤكد ذلك المنجزات ـ من عمارة وآلة ـ التي وصفها في رسالته في كيفية عمل آلات الرصد وكيفية استعمالها .

ثالثاً: مؤلفات العرضي

ما نعرفه، حتى الآن، عن مؤلفات العرضي هو التالي:

١ ـ كتاب الهيئة الذي نقوم بتحقيقه الآن على المخطوطات الثلاثة المذكورة لاحقاً.

٢ ـ رسالة في كيفية عمل آلات الرصد وكيفية استعمالها التي ترجمت أولاً إلى الفـرنسية ثم إلى الألمانية ومؤخراً قامت سڤيم تكلي بتحقيقها وترجمتها إلى التركية والإنكليزية[٥]. وكما أشرنا

---

(١) أبو العباس أحمد بن القاسم بن أبي اصيبعـة، عيون الأنبـاء في طبقات الأطبـاء، (كونغبرغ: مولر؛ القاهرة: مطبعة بولاق، ١٨٤٤)، ج ٢، ص ١٨٥ وما بعدها.

(٢) المصدر نفسه، ص ٢٧٣.

(٣) رشيـد الـدين، جـامـع التـواريـخ، تحقيق بهمن كـريمي (ايـران: طبعـة اقبـال، ١٩٦٠)، ج ٢، ص ٧١٨.

(٤) شهاب الدين أبو عبدالله يـاقوت الحمـوي، معجم البلدان، ٥ ج (بيروت: دار صـادر، ١٩٥٧)، ج ٤، ص ١٠٣.

(٥) Anable Jourdain, «Mémoir sur les instruments employés à l'observatoire de Maragha,» *Magasin encyclopédique au iournal des sciences, des lettres et des arts,* vol.6 (1809); Sevim Tekli, «Al-Urdi'nin' Risalet-ün fi Kayfiyet - il - Ersad' Adli Makalesi,» *Arastirma,* =

سابقاً يفصّل العرضي في هذه الرسالة كيفية عمل الآلات التي أنشأها بنفسه في مرصد مراغة وكيفية استعمالها.

٣ ـ ملحق كتاب التبصرة الذي عثرت عليه مؤخراً بين محفوظات مكتبة الاسكوريال في اسبانيا[٦]. وهو كتاب صغير الحجم كتبه العرضي على الأرجح عندما كان فتياً، إذ لم يذكر فيه أياً من أعماله الأخرى وينحو فيه منحى ابتدائياً سهلاً. لقد أكملت تحقيق هذا الكتاب أيضاً وسأدفعه إلى المطبعة على أمل ظهوره قريباً.

٤ ـ رسالة العمل في الكرة الكاملة، ورد ذكرها في كتاب الهيئة و رسالة كيفية عمل آلات الرصد... على أنها من مؤلفات العرضي. ولم يعثر إلى الآن على أية نسخة منها. والأرجح أنها لا تزال مفهرسة خطأً أو منسوبة خطأً إلى قسطا بن لوقا، «أوطوليقوس» أو حتى أرشميدس بين عشرات المخطوطات التي تحمل هذا العنوان في مكتبات العالم.

٥ ـ وأخيراً فقد ألف العرضي رسالة صغيرة جداً أتمّ فيها برهان الشكل الرابع في تاسعة المجسطي. ومن هذه الرسالة نسختان: واحدة في مشهد والأخرى في تركيا[٧]. هذه الرسالة لم تنشر بعد، ولم يتسنَّ لي الإطلاع عليها.

رابعاً: مخطوطات كتاب الهيئة

إن المخطوطات الثلاثة الباقية من كتاب الهيئة هي التالية:

١ ـ مخطوط مكتبة يوسف آغا رقم ٦٨٢٩ في قونيا، تركيا (وقد أشير إليه بحرف ى). وأثناء مقابلته بالمخطوطين الباقيين تبين أن هذه النسخة ليست أقدم نسخة لدينا فقط، ولكن تبين بعد الدرس أنها نسخة كتاب الهيئة الذي أعيدت كتابته بعد أن كان كاملاً كما في ى[٨]. أما تاريخ نسخ هذا المخطوط فهو غير ثابت، لأن الورقات الأخيرة قد سقطت ولم يبق لدينا اسم الناسخ ولا تاريخ النسخ. ولكن هذا الناسخ يشير إلى المؤلف في الصفحة الثانية من

---

vol.8 (1970), and Hugo J.Seeman, «Die Instrumente des sternwarte Zu Maragha nach den= Mitteilungen von al-'Urdi,» *Sitzungsberichte der Physikalisch- Medizinischen Sozietät Zu Erlangen*, vol.60 (1928).

(٦) «ملحق التبصرة،» مخطوط «الأسكوريال، عربي (٩٥٥)».

(٧) محمد مدرس رضوي، أحوال وآثار... طوسي (طهران: فرهنك، ١٩٧٦)، ص ٢٢٩-٢٣٠، وفؤاد سزكين، تاريخ التراث العربي، ج ٦، ص ٢٩٢.

(٨) حول تأليف كتاب الهيئة انظر المقدمة الانكليزية في:

«The Astronomical work of Mu'/ayyad Al-Din Al-'Urdi: A Thirteenth Century Reform of Ptolemaic Astronomy,» p. 27, and plate 1.

الكتاب باسمه الكامل ويلحق ذلك بعبارة «احسن الله توفيقه» التي يستفاد منها أن النسخ بدأ على الأقل في أثناء حياة المؤلف.

يتألف النص الباقي لدينا من هذا المخطوط بشكله الحالي من مائة وعشرين ورقة على معدل إثنين وعشرين سطراً للصفحة، وقد كان أصلاً حوالى مائة وثمانين ورقة بحسب ترقيمه بالأرقام الهندية الباقية في أعالي الصفحات. فقد سقط مثلاً حوالى خمس وعشرين ورقة بعد الورقة التاسعة، كما سقط حوالى الثماني ورقات بعد الورقة السابعة والستين. وهكذا، فإن الفجوات الحادثة من جراء ذلك لم يشر إليها بالترقيم «العربي» الذي أثبت على التوالي كأن النص متكامل. لذلك، لقد أشرنا على هامش التحقيق إلى هذا المخطوط مسبقاً بحرف ور وبالرقم «العربي» الوارد في أعالي الصفحات والذي يدل على الصفحة الموجودة حقاً، وليس على الصفحة التي يفترض النص وجودها. فإذا أراد أحد أن يقابل هذا التحقيق بالمخطوط، فعليه أن يعد أوراق المخطوط، وما يحصل له من العدّ يكون هو الرقم المثبت على هامش التحقيق.

٢ ـ مخطوط مكتبة بودلي، مارش ٦٢١، أكسفورد، (وقد أشير إليه بحرف بر) وهو النص المعتمد في هذا التحقيق إذ هو أجود نسخة لدينا. والنص عينه يقع ضمن مجموعة فيما بين الورقات ٩٥ و٢١٥. وقد تم نسخه في الثامن عشر من ربيع الثاني سنة ٦٧١ هـ/١٣ تشرين الثاني/ نوفمبر سنة ١٢٧٢ م. أما اسم الناسخ فقد ورد على أنه «الحسين بن ابراهيم بن الحسين أبي الفتح الحافظ» على ظهر الورقة ٢١٤.

فعدد ورقات هذا النص هو حوالى المائة والعشرين ورقة تحمل كل صفحة منها واحداً وثلاثين سطراً. وقد أشير إلى هذه الصفحات مسبقة بحرف بر في الهوامش فقط، أما في التحقيق عينه فقد أهملت الباء وأبقي على الأرقام فقط لأمتناع التباسها بالأرقام الأخرى المسبقة بالحروف. فمن أراد مقابلة هذا المخطوط بالنص المحقق، فما عليه إلاّ أن يرجع إلى الصفحة المشار إليها في التحقيق غير المسبقة بحرف، إذ هي عينها صفحة المخطوط.

ولقد أشرنا سابقاً إلى أن النص المثبت في مخطوط بر هو نص كتاب الهيئة الذي أعاد العرضي كتابته بعد أن أتم النص الوارد في مخطوط ور. وبعد دراسة هذا النص عن كثب تبين أنه النص الذي اشتهر بأنه نص كتاب الهيئة للعرضي، إذ أصبح هو المعوّل عليه من قبل قطب الدين الشيرازي ومحمد بن مؤيد العرضي كما سنرى فيما يلي.

أضف إلى ذلك أن النص كامل لا نقص فيه سوى صور الأشكال التي كان يجب أن ترفق به. فبعد أن حاول الناسخ أن ينقل الشكل الوارد على وجه الورقة ١٥٩ لهيئة الكواكب العليا، تبين له أنه قد أخطأ في نقله، فكتب على هامش الشكل «هذا الشكل خطأ». بعدها حاول رسم الأشكال البسيطة فقط، وعلى الرغم من ذلك فقد ترك معظمها ناقصاً، كما ترك

بياضاً في الغالب ليكمله فيما بعد أو ليكلّف ناسخاً آخر رسم أشكاله. غير أن ذلك لم يحدث، وهكذا بقي النص الوارد في بر ناقص الأشكال الهندسية في أغلب الأحيان.

٣ ـ مخطوط مكتبة عبدالمجيد مولوي رقم ٣٩٨، مشهد، إيران (وقد أشير إليه بحرف م). من الواضح أن هذا النص هو عينه نص كتاب الهيئة الذي وردت منه نسخة في بر، إذ بعد مقابلة النصين تبين أن الفروق الطفيفة بينهما هي الفروق الملاحظة عادة بين نسخة وأخرى من الكتاب عينه والتي سببها هفوات النساخ أنفسهم.

أما ناسخ هذا المخطوط فقد ورد على ظهر الورقة ١٣٧ على أنه «محمد بن مؤيد العرضي العامري»، وهو ابن المؤلف نفسه الذي نعرف عنه أنه قد صنع كرة للكواكب الثابتة سنة ١٢٧٩ م والتي نُشر وصفها سنة ١٩٢٢ في درزْدِن. أما بعد تفحص خط المخطوط عن كثب وجدنا[٩] أنَّ ثمانية نسّاخ على الأقل قد تعاونوا على اتمام هذا المخطوط. والأرجح أن مخطوط مشهد قد تفكّك وسقطت منه صفحات عديدة، فملأت بعضها أياد متأخرة بُغية استكمال النص. ولما لم يكن باستطاعتنا الآن أن نتفحّص أوراق المخطوط عينها لنفرد الحديث منها عن القديم، يبقى افتراضنا على أن الورق يتغير كلما تغير الخط، لأنه ورق كُتب في فترة لاحقة لكتابة المخطوط الأصلية. ومهما يكن من أمر، فالثابت أن مخطوط مشهد لم تجر مقابلته بنسخة الأصل بشكل دقيق، رغم أن الناسخ، ابن المؤلف، اعتمد النص عينه الذي اعتمده ناسخ نص بر.

وفي أثناء مقابلة نصي م و بر تبين أيضاً أن هناك صفحات أخرى قد سقطت في م ولم يعوّض عنها، وتقدر بحوالى ثلاثين صفحة. أما الرسوم فمعظمها ثابت في م رغم سقوطها في بر. لذلك اعتمدنا نص بر في التحقيق، وقد استشرنا الرسوم الواردة في م وه عندما أعدنا رسمها.

أما ترقيم صفحات مخطوط م فإنها إما لم تثبت أصلاً، أو انها لم تظهر على الفيلم الذي حصلنا عليه. لذلك، استخدمنا طريقة العدّ، كما فعلنا في ه، والأرقام المشار إليها على هامش التحقيق مسبقة بحرف م هي أرقام العدد الذي يجده من عدَّ الأوراق الباقية عداً.

خامساً: تأليف كتاب الهيئة

لقد أشرنا سابقاً إلى أن النص الوارد في مخطوط ه يمثل طوراً من الكتاب قبل الطور الوارد في بر و م. وقد وصلنا إلى هذه النتيجة بعد دراسة وافية لهذه النصوص[١٠]. ولكي لا

(٩) قابل اللوحات ٣ ـ ١١ المرفقة بالمقدمة الانكليزية، في: المصدر نفسه.
(١٠) وقد أوردنا نتائج هذه الدراسة في: المصدر نفسه، ص ٣٠.

نطيل هذه المقدمة فسنشير هنا فقط إلى الأسباب التي حدت بنا إلى اعتبار نص كتاب الهيئة قد ألف على مرحلتين على الأقل.

١ ـ الأخطاء النحوية الواردة في بر و م بسبب سقوط أو تغيير كلمات في ن حيث كان بناؤها النحوي سليماً. فقد ورد مثلاً في بر و م العبارة التالية[١١]:

أ ـ «ومحيط هذه الدائرة هي الفصل المشترك بين بسيطي الكرة والمخروط المحيط بها» حيث يعود ضمير المؤنث «هي» إلى «المحيط» المذكر. أمّا في ن فهذه الجملة عينها وردت صحيحة: «وهذه الدائرة هي الفصل...». فمن الواضح أن العرضي بعد أن أتم النص الوارد في ن لاحظ أن كلمة دائرة في هذه الجملة قد تعني مساحة الدائرة إضافة إلى محيطها، وأراد أن ينبه إلى أنه يقصد المحيط فقط، فأضاف كلمة «محيط» إلى «الدائرة» وسها عن تغيير الضمير العائد «هي» فحدث النص الوارد في بر و م والذي ما كان ليحدث على الأرجح لولا وجود نص ن.

ب ـ لقد ورد في بر ما مفاده[١٢]: «إن كل خط مستقيم نقيم عليه خطان مستقيمان متساويان...» حيث رفع العرضي مفعول فعل «نقيم» المتعدي. أما في ن فقد وردت هذه الجملة بصيغة الفعل اللازم: «إن كل خط مستقيم يقوم عليه خطان مستقيمان متساويان» وقد كانت صحيحة آنذاك. ولكن عندما حاول العرضي أن ينقل الفعل إلى صيغة المتعدي سها أن يغير أيضاً المفعول إلى صيغة النصب.

٢ ـ ولكن مما أكد أسبقية النص الوارد في ن من دون أي شك على الإطلاق هو نص الفصل الثلاثين الذي يحاول فيه العرضي أن يثبت أن كرة الشمس هي أكبر من كرة الأرض[١٣]. هنا نرى أن الفصل بكامله قد أعيدت صياغته، لأنه بعد أن أكمل النص الوارد في ن عاد فاستدرك أنه قد أخطأ في حساب نصف قطر ظل الأرض وأن باستطاعته أن يأتي ببرهان أفضل من البرهان الوارد في ن.

والبرهان الذي اعتمده أولاً في إثبات أن كرة الشمس أكبر من كرة الأرض يتلخص بالتالي: هَبْ أن كرة الشمس مساوية لكرة الأرض، عندها يكون ظل الأرض اسطوانياً ويكون نصف قطره مساوياً لنصف قطر الشمس وبالتالي مساوياً لنصف قطر الأرض. عندها يحسب العرضي نصف قطر ظل الأرض على أبعد مسافة يمكن أن تكون للقمر من مركز الأرض. ولكنه يعرف من المجسطي أن الشمس والقمر يظهران للعيان على تلك المسافة متساويين، وأن الشمس حقيقة أبعد من أبعد بعد للقمر بثماني عشرة مرة ونصف وثلث مرة

(١١) انظر: مخطوط «مكتبة بودلي، اكسفورد، مارش (٦٢١)»، ص ١٣٤ ظ (وسيشار إليه فيما بعد بحرف بر).
(١٢) المصدر نفسه، ص ١٥٨ و.
(١٣) المصدر نفسه، ص ١٣٨ ظ ـ ١٣٩ و.

بـالتقريب. فلما كـان القمر عـلى تلك المسافـة ـ وكذلـك الشمس ـ يظهـر كأنَّ قـطره واحـد وثلاثون دقيقة وعشرون ثانية يجب أن يكون قطر الشمس على تلك المسافة ـ وبالتالي قطر ظل الأرض المساوية لها ـ تسع درجات وخمسين دقيقة.

هنـا يقول العـرضي: أضف إلى التسع درجـات والخمسـين دقيقـة نصف قـطر القمـر المساوي لسبع عشرة دقيقة وثلاثين ثانية واقسم الحاصل على اثنين ليحصل لك خمس درجات وثلاث دقائق وخمس وأربعون ثانية. ولما كان القمر لا يبعد عن فلك البروج في العـرض أكثر من خمس درجات إلّا بشيء يسير وجب أن ينخسف القمر مرة كل شهر إذا كانت كرة الأرض مساوية لكـرة الشمس. وإذا كانت أكـبر منها يكـون نصف قطر الـظل أكبر من الحـالة الأولى ووجب خسوفه أيضـاً. ولما كـان القمر لا ينخسف كـل شهر وجب بقيـاس الخلف أن تكون الأرض أصغر من الشمس.

هذا هو فحوى البرهان الوارد في النص المثبت في ں. فلا بد من أن يكون العرضي قد أدرك لاحقاً أن الدرجات التسع والدقائق الخمسين هي حساب قطر الظل، وقد أضافها خطأً إلى نصف قطر القمر عوضاً عن قطره. فلما أعاد الحساب مستخدماً نصف قطر الظل عوضـاً عن القطر كلّه استنتج أن النتيجة المتوخاة تصبح أكـثر من خمس درجات واثنتي عشرة دقيقـة، أي بزيادة حوالى إحدى عشرة دقيقة على أعظم عرض يمكن أن يبلغه القمر. عنـدها أظن أن العرضي قد أدرك أنَّ باستطاعته أن يجعل البرهان أقوى، بأن يأخذ عمـداً قطراً للظل أصغـر من القـطر المحسوب وأن يـأخذ نصف قـطر القمر في أبعـد أبعاده ـ أي في أصغـر ما يـرى ـ وينقصه عمداً، وبعدها يعيد حساب نصف قطر الظل مع نصف قطر القمر كما كان عليه أن يفعل أولاً.

لذلك نرى النص الوارد في بر و م يستخدم قطر الظل على أنه تسع درجات وأربعون دقيقة (عوضاً عن الخمسين) وأن نصف قطر القمر خمس عشرة دقيقة وأربعون ثـانية (عـوضاً عن الخمس والأربعـين عندمـا يكون القمـر في أبعـد أبعـاده) فيحصـل المجتمـع منهـا خمس درجـات وخمس دقائق وعشرين ثـانية وهي لا تـزال أكـثر من أعـظم عـرض يمكن أن يبلغـه القمر. لذلـك وجب أن ينخسف مرة كـل شهر لـو كان الفـرض الأول ـ أن الشمس بحجم الأرض أو أصغر منها ـ صحيحاً. ولأن القمر لا ينخسف كل شهر، فكُـرة الأرض أصغر من كرة الشمس.

بعد دراسة هذا الفصل جيداً تبيّن أن الفرق بين النص الـوارد في ں والنص الوارد في بر و م لا يمكن أن يكون نتيجة هفوات النساخ، وتأكد لنا أن العرضي نفسه قد أعـاد كتابـة كتابه في الهيئة ليتحاشى الهفـوات التي ارتكبها أولاً. لـذلك اعتـبرنا النص الـوارد في ں نص المرحلة الأولى من الكتاب ولم نعتمد عليه في التحقيق عـلى الرغم من كـونه أقـدم من النصين الباقيين. وقد اعتبرناه ذا أهمية تاريخية فقط.

وبسبب هـذه الأهمية التـاريخيـة، إذ يتسنى لنـا أن نـدرس بمقـابلة النص الـوارد في ى بالنص الوارد في بر و م تطور تفكير العرضي بين مرحلتي كتابه، قررنـا أن نشير في الهـوامش إلى القراءات الواردة في ى لتوضيح خلفية النص المحقق في المتن. بذلـك تبين لنـا أن معظم الأخطاء النحوية الباقيـة في بر و م ليست سوى أخـطاء سهو من المؤلف نفسـه وقع بهـا عند تعديله النص، ولم تكن أخطاء جهل بقواعد اللغة عينها.

ولاشـتراك القـارىء في مـراقبـة تـطور تفكـير المؤلف عن كثب رأينـا أن نضيف ستـة ملحقات أفردنا فيها فصولاً بعينها أو فقرات طويلة أعاد المؤلف كتابتها برمتها ولم نشأ أن نثقل الهوامش بها.

سادساً: تاريخ تأليف كتاب الهيئة

الآن وقد تبين لنا أن العرضي قد ألَّف كتابه على مـرحلتين، بقي أن نسـأل عن تاريـخ هاتين المرحلتين. لقد أثبتنا منذ سنوات عديدة أن النص الوارد في بر و م قد تم تـأليفه قبـل إنشاء مرصد مراغة، أي قبل سنة ٦٥٧ هـ/ ١٢٥٩ م(١٤)، لأن العرضي يشكو في ذلك النص قلة المساعدة المادية وعدم توافر الأرصاد التي يمكن أن يعتمد عليها في تأليف هيئته. والنتـائج التي توصلنا إليها آنذاك تلخص بأن المساعدة والأرصاد قـد توافـرت له بعـد تأسيس المـرصد الذي استدعي هو خصيصاً لبنائه، فـلا يمكن أن يكتب ما كتب في النص الـوارد في بر و م بعد انتقاله إلى مراغة.

فلنفـرض الآن أن النص الوارد في بر و م قـد تم تأليفـه في أوائل العقـد الخامس من ذلك القرن. ولما كان مخطوط ى نسخة عن نص المرحلة الأولى من الكتاب التي لا بد انها قد أهملت بعد تأليف نص بر و م، فيكـون مخطوط ى قـد نسخ قبـل العقد الخـامس من ذلك القـرن، أي قبل تـاريخ تـأليف النص الوارد في بر و م. وإذا كـان تاريـخ النسخ في العقـد الـرابع فـالتأليف يكـون حتماً خـلال ذلك العقـد(١٥). بـذلـك يمكن أن نعتـبر أن تـأليف المـرحلة الأولى من الكتاب قد تم خلال العقد الرابع من القرن السابع الهجري.

ولقد حاولنا أن نحدد هذا التاريخ بشكل أدق معتمـدين في ذلك عـلى النص الوارد في ى عينه. ولكن لم نتمكن من ذلك لأن العرضي يذكـر أطوال بعض النجـوم الثابتـة في أيامـه محـدّدة بالـدرجات فقط(١٦). ولـمـا كانت حـركات هـذه النجوم تكمـل درجة واحـدة كل ست وستين سنة تقريباً استبعدنا طريقة التأريخ هذه لعدم التمكن من ضبطها.

---

(١٤) جورج صليبا، «أول هيئة غير بطلمية في مراغة،» ايزيس، العدد ٧ (١٩٧٩)، ص ٥٧١ ـ ٥٧٦.
(١٥) انظر: مخطوط بر، ص ١١٧ و.
(١٦) المصدر نفسه، ص ٥٣ ظ.

سابعاً: منهج التحقيق

إنَّ اللغة العربية التي يستخدمها العرضي، هي اللغة العلمية التي كانت سائدة آنذاك؛ وقد تأثّرت تأثراً عميقاً بلغة الترجمات العربية للكتب اليونانية في الهيئة، وخاصة بكتاب المجسطي. وتبين لنا أن العرضي لم يكن يفضل استخدام ترجمة المجسطي التي قام بها إسحاق بن حنين ونقّحها ثابت بن قرة في النصف الثاني من القرن التاسع الميلادي فحسب، بل كان يستخدم أحياناً الألفاظ عينها التي وردت في هذه الترجمة[١٧]. فهو يستخدم مثلاً «فلننزل» أي فلنفرض، ويسير الكوكب «قُدُماً» أي على التوالي، وهذا الكوكب «أضوأ» أي أكثر ضوءاً، ويثق بالشيء «فضل ثقة» أي ثقة شديدة... إلخ. وهذه الألفاظ هي التي استخدمت في ترجمة المجسطي. ولكي نحدّد بشكل جدّي مدى هذا التأثير، لا بد من أن ننتظر اليوم الذي يظهر فيه تحقيق علمي لكتاب المجسطي بترجمتيه المعروفتين. عندها فقط يمكن أن نقابل هذه الألفاظ والتعابير بشكل منظّم ودقيق. ولكن نكتفي الآن بالتنويه، بأنَّ أسلوب اللغة المستخدمة في كتاب الهيئة له جذوره اللغوية في الحضارة العربية، وأن التعابير التي قد يأنفها قارىء العربية الحديث هي التعابير المتداولة والمتعارف عليها بين علماء الهيئة العرب الذين كتبوا في ذلك العصر. لذلك أبقى التحقيق على هذه التعابير كما هي ولم نغيّر فيها شيئاً إلا ما كان خطأً نحوياً واضحاً.

أما ما يمكن أن يسمى خطأً نحوياً ففيه، كما يعلم القارىء العربي، أخذ ورد. فالذي يعتبره نحوي خطأً يجوّزه الآخر ويعلله. لذلك اتبعنا في هذا التحقيق طريق الأخذ بأي تعبير مهما كان غريباً إذا كان هناك نحوي واحد يجوّز هذا التعبير. فقد استخدم العرضي مثلاً صيغة «الأولة» عوضاً عن «الأولى» في أكثر من مكان. ففي تحقيقنا أبقينا على هذه الصيغة لأنَّ ثعلب والزمخشري قد جوزا استخدامها.

وككل مخطوط عربي من ذلك القرن، أهمل النساخ فيه الإشكال والإعجام في معظم الأحيان، كما أكثر العرضي نفسه باستخدام صيغة المذكّر للفعل رغم قربه أحياناً من الفاعل المؤنث. ولكي لا نثقل الهوامش، فقد أضفنا النقط لتسهيل قراءة النص دون الإشارة إلى ذلك، اللهم إلاّ في الحالات التي يجوز فيها أكثر من قراءة واحدة. كذلك لم نجد في المخطوطات الثلاثة التي أمامنا أيَّ قاعدة لكتابة كرسي الهمزة يمكن أن يطلق عليها القاعدة الشائعة آنذاك. ففي معظم الأحيان نرى النساخ يهملون الهمزة كلياً ولا يشيرون إليها بكرسي أو بآخر، أو يفردون لها «الواو» ككرسي دائم في جميع حالات إعرابها. لذلك أضفنا الهمزة بحسب القواعد المتعارف عليها في يومنا هذا بشأن كرسيها، دون الإشارة إلى ذلك في الهوامش.

---

(١٧) انظر المقدمة الانكليزية.

أما طريقة كتابة الأعداد، فقد كثر فيها استخدام الهجاء المقتضب لأعداد الثلاثة والثلاثين والثمانية فكتبت ثلثة، ثلث، ثلثين، ثمن، ثمنية. ومع أن هذا الهجاء مقبول فقد فضلنا أن نميّز بين الثلاث والثُلث والثمان والثُمن مثلاً، فاستخدمنا في هذا التحقيق الهجاء الشائع في يومنا هذا دون الإشارة إلى ذلك في الهوامش.

أما الرسوم المرفقة بهذا التحقيق فقد أهملت في بر في معظم الأحيان ـ مع ترك بياض لها على أمل إكمالها في وقت لاحق ـ أو حاول الناسخ رسمها فلم يفلح في أدائها بشكل يعتمد عليه. كذلك لم نستطع من الاعتماد على الأشكال الواردة في م و ن إلا بكونها فقط مرجعاً يحدّد الخطوط الأساسية ولا يتعداها إلى الجزئيات الدقيقة. فقد أعدنا رسم جميع الأشكال التي رأينا أن النص يتطلبها، واعتمدنا في ذلك على النص عينه إذ إن النص كان دائماً واضحاً في إشارته إلى الأشكال.

الرموز المستخدمة في هذا التحقيق

ب مخطوط مَكتَبة بُودلي، مَارش ٦٢١، أكسْفورد.

م مَخطوط مَكتَبة مَولَوي رَقم ٣٩٨، مَشْهَد.

ى مَخطوط مَكتبة يوسف آغارقم ٦٨٢٩، قونيَا، تركيَا.

مب: المتحَف البريطَاني، وَقد استَخدَمنَا مَخطوطَي «المجسطي» فيه: إضَافي ٧٤٧٤ ترجَمة الحجّاج للكتب السِتّة الأولىٰ، وَإضافي ٧٤٧٥ تَرجمَة إسحاق - ثابت للكتب البَاقية.

با: بَاريس، وَقَد استَخدمنَا مخطُوط المكتَبة الأهليّة لِترجمَة إسحاق - ثَابت للكتُب السِتّة الأولىٰ مِن «المجسطي» رَقم ٢٤٨٢.

[] كلِمَة أو عبَارة مُضَافَة لاستِقَامَة المَعْنى.

/ بدأ صَفحَة جَدُيدَة في مَخطُوط ب.

⌐ بدأ صَفحَة جَدُيدَة في مَخطُوط م.

⊤ بدأ صَفحَة جَديُدَة في مَخطُوط ى.

كان٢: تعني أن كِلمَة «كانَ» قد وَرَدَت مَرّتين عَلى الأقَل في السَّطر عينِه، وَالمقصوُدَة في الهَامِش هيَ المرّة الثّانِيَة.

نص كتاب الهيئة

تصنيف الإمام العالم الكامل المحقق المتقن شرف المهندسين أعجوبة الدهر نادرة العصر مؤيد الملة والدين زين الإسلام والمسلمين مؤيد بن بريك المهندس العرضي العامري أحسن الله توفيقه.

سقطت ورقة العنوان في بر وم وقد أضافت يد أخرى «بن فلاح» بعد «بريك» على هامش الصفحة في ن، فعرّف الكتاب بالأحرف العبرية على انه لابن فلاح وهو ليس كذلك كما سيأتي في ص ٢٧ .

بسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ رَبِّ تَمِّمْ بِالخَيْر†

أما بعد حمد من يستحق† الحمد لوجوب ذاته ويستوجب الشكر لكمال† صفاته، ودلّت على† وجوده جميع مصنوعاته، وتقاصرت العقول ونكصت† الأوهام† عن إدراك هويته، †وخضع كل شيء لهيبته†، والصلوة والسلام† على أنبيائه† وصفوته من خلقه والصالحين من عباده خصوصاً على نبيّه محمد، صلّى الله عليه وعلى المنتخبين الطاهرين من عباده وسلّم،

فإن العقول متطابقة والألباب متوافقة على فضل العلم وأهله، وأن به تحصل السعادات وترتفع الدرجات وأنه يشحذ الأذهان ويقويها ويزيد في الفطن ويذكيها، وبه يتزين العاطل ويشتهر الخامل ويفرق بين الحق والباطل، لا سيما ما كانت مطالبه برهانية ومقدماته أمور جلية بديهية فإنه لا يتغيّر بتغيُّر الأديان ولا يختلف باختلاف الزمان والمكان.

وشرف كل علم إما بشرف موضوعه وإما بوثاقة براهينه وإما بهما معاً. ولذلك شرف علم الهيئة. أما موضوعه فإنّه من أعجب صنع الله تعالى وأعظم خلقه وأحكم فعله. وأما براهينه فهندسية وحسابية قطعيّة. وفائدة هذا العلم عظيمة لمن نظر في الآيات السماوية

---

١ ـ †. . .†: كلمات ساقطة من أوائل الأسطر في م. ربّ تمّم بالخير: وما توفيقي إلّا بالله في ں.

٢ ـ حمد: سقطت في ں.

٢، ٥ ـ †. . .†: سقطت في ں.

٥، ٦ ـ على نبيّه: نبينا في ں، المنتخبين: المتحبين في بر و م. المحبين في ں، ولما كان النص نادر الإعجام رأينا أن نضيف النقط دون الإشارة إليها من الآن وصاعداً إلّا إذا اختلف المعنى. عباده: آله في م و ں.

٧ ـ ترتفع: يرتفع في بر ولكثرة ورود صيغة المذكر مكان المؤنث في هذا النص فإننا سنصححه من الآن وصاعداً دون الإشارة إليه إلا إذا كان المعنى يحتمل السياقين. وبه: به سقطت في م، وأنّ به في ں.

٨ ـ العاطل: الغاطل في بر.

†والحركات الفلكية. فإن للفكر فيها مجالاً واسعاً ودليلاً على وجود الصانع† سبحانه وتعالى قاطعاً. وهو يطرق إلى العلم† الإلهي ويدل† على عظمة مبدعه وحكمة† صانعه وعظيم† قدرته تبارك† الله أحسن الخالقين.

ولا بد في هذا العلم من تقديم تصورات† وإنشاء مقدمات تكون مادة† للبرهان أومقربة للمطلوب إلى الأذهان. وقبل كل شيء نسأل الله† تعالى التسديد والتوفيق فمنه ب ١ و
الحول وعليه التكلان.

قال الشيخ قدّس الله روحه انه لم يزل أصحاب التعاليم ومن أتقن العلم† الرياضي† وأنعم† النظر في علم الهيئة† وتكلّم† في أجزاء العالم وتفصيل الحركات† الفلكيّة الذاتية م ١ و
وكيفية أشكال الموجودات، يظهر من فحوى كلامهم أن اعتقادهم أن نظام تلك الحركات إنّما يتم بأكر تتحرك مراكز المتحركات بحركتها على محيطات دوائر متوهمة في تلك الأكر المتحركة على مراكزها حركات مستوية متصلة مستمرة على نظام وترتيب لا اضطراب فيها. †وكل كرة تحركت† على محور ثابت فإن كل نقطة تتحرك بحركتها ترسم دوائر متوهمة قائمة على محورها†. فتحدث من مراكز المتحركات بتلك الحركات المتفننة تلك الدوائر المتوهمة. وهذه الدوائر هي التي يستعملها المهندسون عند إقامة البرهان على كميات حركات المتحركات وأنها تتحرك عليها حركات مستوية. وقد صرح بطلميوس في كتاب المجسطي بذلك في مواضع

١، ٥ ـ تعالى: سقطت في ب.
٢ ـ يطرق قابل المجسطي م ١ ـ فصل ١.
١، ٣ ـ †...†: مخرومة في ب.
٤ ـ «من تقديم تصو» مخرومة في ب.
١، ٥ ـ †...†: كلمات سقطت أجزاء منها لكثرة التخرم في م.
٧ ـ قال الشيخ: ب «الفصل الأول: في جمل من هيئة السماء والأرض. قال الشيخ الإمام العالم الكامل المحقق المتقن شرف المهندسين، أعجوبة الدهر، نادرة العصر مؤيد الملة والدين، زين الإسلام والمسلمين، مؤيد بن بريك المهندس العرضي العامري أحسن الله توفيقه». انظر العنوان.
٧، ٨ ـ †: كلمات سقطت كلها أو سقط بعضها في م.
٨ ـ الذاتية: سقطت في ب.
٩ ـ نظام: سقطت في ب.
١٠ـ باكر تتحرك: بأن يتوهم في ب. بحركتها: سقطت في ب. متوهمة: ب تضيف «في أكر مجسّمة»، في: سقطت في ب.
١١ ـ متصلة: سقطت في ب. مستمرة: على هامش ب.
١١، ١٣ ـ †...†: سقطت في ب. †: تخرم بعضها في م.
١٣ ـ مراكز المتحركات: دورانها في ب.
١٤ ـ كميات: على هامش ب.

كثيرة. ونحن نبين أوضاع تلك الأُكر المجسمة /وجهات حركاتها فإن الكلام في الأكر المجسَّمة ٩٦ و أسهل للفهم وأوقع في الخيال منه من مجرد الدوائر، ولأن الدوائر لا يمكن حركاتها إلاّ بتحريك أكرها.

ونذكر الدوائر أيضاً عند حاجتنا إلى إقامة البرهان في مواضعه وقائلون في ذلك قولاً †مرسلاً للتصور† ومتبعوه بالأدلة الواضحة بعون الله وتوفيقه.

فصل: وَيَنبَغِي أن يُفهَمَ مِنْ قَولِهِمُ العَالمُ أنّه إشَارَةٌ إلى مَا حَوَاهُ السَّطحُ الظَاهِرُ مِنَ الفَلَكِ الأعلى الّذي لا كوكبَ فيه يُرى ں ١ ظ **وَيُسَمّى بالفَلكِ الأطلسِ لِذَلك. وَهُوَ المتحرّكُ الحَركَةَ السَّريعَةَ اليَومِيَّة، †المحرّك بجَمِيع مَا فيهِ مِنَ الاثيريّاتِ الحركةَ السَريعَةَ اليَومِيَّةَ.†**

والفلك اسم يطلق على الجسم المستدير وعلى سطح الكرة وسطح الدائرة وعلى محيطها تشبيهاً بفِلكة المغزل في الأصل، وفي العرف على السماويات خاصة.

فالعالم إذاً يقال على جملة مؤلفة من أشياء مختلفة تنقسم أولاً إلى ثقيل وخفيف وما ليس بثقيل ولا خفيف، وشكله شكل كرة.

والكرة جسم مستدير يحيط به سطح واحد مستدير في داخله نقطة كل الخطوط المستقيمة المخرجة منها إلى ذلك السطح متساوية. ويقال لتلك النقطة مركز الكرة. ففي كرة العالم نقطة ⌐هي مركز العالم. م ١ ظ

ويقال للسطح المحيط بالعالم محدّد الجهات إذ به وبمركزه تحدّدت جهتا السفل والعلو وهما الجهتان الثابتتان اللتان لا تتبدّلان وباقي الجهات تتقلب وتتبدل. فهذه هي الجهات على

---

١ - نبين: مثبتون في ں.
٢ - من: في في ں. حركاتها: حركتها في ں.
٥ - †. . .†: سقطت في أواخر أسطر م.
٦ - فصل: سقطت في ں.
٧ - الحركة: بالحركة في ں.
٨ - †. . .†: على هامش بر.
٩ - الجسم المستدير: غير مقروءة في م.
١٠ - وفي: مطموسة في م. على: فعلى في ں. السماويات: السماوات في م وقد كتبت كذلك أولاً في بر ثم أُعيدت كتابتها كما في النص وفي ں.
١٢ - بثقيل ولا: سقطت في م.
١٦ - العالم¹: ں تضيف «إذاً».
١٨ - وتتبدل: ں تضيف: «وهما اللتان يصدق عليهما دائماً سماهما دون غيرهما من الجهات».

التحقيق: فالعلو منها هو المحيط والسفل هو المركز. فأعلى العلو هو هذا السطح أعني المحدّد. وما يليه يسمّى فوقاً وعالياً، وأسفل السافلين هو مركزه. وما يليه يسمى تحتاً وأسفل. وليس بعد هذا السطح علوّ، ولا بعد مركزه سفل. فلهذا سمّي محدّد الجهات.

†وأما الجهات† الباقية فتحدث مضافة، كقولنا أمام وخلف ويمين وشمال وهي المتبدلة المتغيرة.

والأجسام المالية لمحدّد العالم مختلفة. فمنها بسائط محيط بعضها ببعض. ومنها مركبات من البسائط. فمن البسائط الثقيل والخفيف المطلقان وما بينهما† ثقيل وخفيف مضافان† وهي العناصر الأربعة. ومن هذه العناصر تكون المركبات. ى ٢ و

وأمّا الذي ليس بثقيل ولا خفيف وهو الأثير فينقسم إلى قسمين: أفلاك، وهي أجرام السموات، وهي مشفّة في الغاية من الشفيف لا تحجب ما وراءها ينفذها الشعاع ولا ينعكس عنها. وإلى أجرام كوكبية غير مشفة تحجب ما وراءها وتقبل الشعاع وينعكس عنها فلا ينفذها. وتسمّى هذا الجملة خامساً بمعنى أنّها غير تلك الأربعة وتدعى بالأثير، وبالعالم العلوي وبالسماويات.

فأما الأجسام العنصرية † فالجسم الثقيل منها يتحرك بثقله نحو مركز العالم. ولمّا كان الثقل هو العلّة في طلب المركز فما هو أكثر ثقلاً يكون أشدّ طلباً ممّا هو أخف منه. وأشدها ثقلاً يقال له ثقيل مطلق، والذي دونه في الثقل يقال له ثقيل مضاف. فالثقيل المطلق/يكون† موضعه الطبيعي له مركز العالم. وكل جزء من أجزاء هذا الثقيل يطلب أن يكون المركز في وسطه فتتدافع الأجزاء بثقلها †فتتراكم حول المركز بحيث ينطبق مركز ثقل جملتها† على مركز العالم. فهي تطلب هذا المركز طبعاً - †أعني بما فيها من الثقل† - ولا تبعد عنه إلا قسراً. ولو ٩٦ ظ

---

١ - فأعلى: فاعلا في م.
٢ - فوقاً: فوق في ى. تحتا: تحت في ى.
٤ - †...†: سقطت في م.
٦ - محيط: محيطة في ى.
٧ - المطلقان: المطلقين في ى. †...†: سقطت في ى. مضافان: مضافين في جميع النسخ.
١٠ - مشفّة: مشفّ في م.
١٢ - وتدعى: وتدعا في م.
١٣ - وبالسماويّات: وبالسماوات في ى.
١٤، ١٦ - †...† - ى: «فالثقيل منها ينقسم إلى ثقيل مطلق وثقيل مضاف. فالثقيل المطلق هو العنصر الذي».
١٥ - الثقل: الثقيل في م.
١٧ - له: سقطت في ى. هذا: سقطت في ى.
١٨ - وسطه: ى تضيف: «فتتراكم حوله». †...†: «بحيث ينطبق مركز جملتها».
١٩ - †...†: سقطت في ى.

فرضنا أن هذا العنصر قسر فأزيل ⌝عن مكانه وتمكن فيه غيره ثم زال عنه ذلك القاسر لتحرك م ٢ و إليه ودفع ذلك الغير واحتوى على المركز وصار ذلك الغير على ظاهره† لكونه أثقل مما سواه من البسائط†. وهو جسم كري يقال له التراب والأرض وهو بارد يابس كثيف كمدٌ وشكله بجملته كرة.

فأمّا يبسه الذي† جعل فيه† وهو سبب لعسر قبول الأشكال وتركها† فلأن الله تعالى لما أراد أن يكون عليه الحيوان والنبات جعله يابساً† مضرّساً ليثبت على حاله ويحفظ شكله فلا تسيل أجزاؤه نحو المركز فتستوي أبعاد سطحه منه، فصار سطحه صحيح الاستدارة فيغمره الماء. وهذه التضاريس صغيرة القدر بالنسبة إلى جملة الأرض فلا تكون مبطلة لكريتها، وسنذكر ذلك فيما بعد.

وأما الثقيل المضاف فجسم كري بارد رطب سيّال يسرع لقبول الأشكال وتركها، وهو الماء. وثقله ليس في الغاية كالأول وفيه إشفاف. وموضعه الطبيعي -†أعني الذي يقتضيه وزنه وثقله الذي هو دون ثقل الأرض† - الإحاطة† بالأرض إذ هو أخف منها. فلو كان سطح الأرض† صحيح الاستدارة لغمره الماء. لكن لعدم ٱستدارة سطح الأرض مال الماء بثقله ں ٢ ظ وسال برطوبته من المواضع العالية† لطلبه المركز† إلى المواضع المستفلة التي هي أقرب إلى المركز واستقرّ فيها. وصار سطحه العالي صحيح الإستدارة لأنّ كلّ جزء منه يطلب المركز. وأما سطوحه الباقية فتابعة لمكانه الحاوي له. وأعني بسطحه العالي السطح الذي يلي المحيط. ولذلك تكون جميع الخطوط التي تخرج من مركز العالم إلى النقط التي تتعلم في السطح الأعلى من الماء متساوية. فأمّا الأرض فإنّه قد يتعذّر ذلك في بعض أجزاء سطحها لتفاوتها في القرب والبعد من المركز. وهذا التفاوت إذا نسب إلى نصف قطر الأرض يكون يسير القدر جداً.

٢، ٣ - †. . .†: سقطت في ں.
٣ - بارد يابس: يابس بارد في ں.
٥ - †. . .†: سقطت في ں، وهو: هو في ں.
٥، ٦ - †. . .†: ں: «فلمّا جعله الله سبحانه».
٧ - فصار: فيصير في ں.
٨ - الماء: ں تضيف: «وذلك ليكون عليه الحيوان والنبات». مبطلة: مبطلاً في ں و م.
١١، ١٢ - †. . .†: سقطت في ں.
١٢ - هو: سقطت في ں.
١٢، ١٣ - †. . .†: ں: «بالثقيل المطلق لو كان».
١٣ - لغمره الماء: سقطت في ں. الماء: سقطت في ں.
١٤ - †. . .†: سقطت في ں، المستفلة: المنسفلة في ں. إلى²: إلى هذا في ں.
١٦ - لمكانه: لمكان في ں.
١٧ - ولذلك تكون: كذلك في ں. النقط: النقطة في ں.
١٨ - لتفاوتها: لتفاوته في ں.

وأما الخفيف [فينقسم إلى خفيف مطلق وخفيف مضـاف. فأمّـا المضاف فجسم كـري م ٢ ظ حار رطب مُشفّ وهو الهواء. وليس خفته في الغـاية بـل له وزن ـ أعني فيـه ثقل مـا. † ومن أجل ذلك قيل خفيف مضاف ولم يقل خفيف مطلق†. وهو أسرع قبولاً وتـركاً لـلأشكال من الماء وأشد شفيفاً. وموضعه الطبيعي ـ †أعني الذي يقتضيه وزنه ـ أن يعلو على مـا هو أثقـل منـه. فيقتضي ذلك أن يحيط بكـرة الأرض والماء إذا كـانا كـرة واحـدة†. ولمّـا لم يكن سـطح الأرض البارز من الماء صحيح الاستدارة لم يكن سطح الهواء الباطن صحيح الاستـدارة لما في سطح الأرض من الوهاد / والتضاريس. ٩٧ و

وأمـا الخفيف المطلق فجسم كـري حار يـابس مشفّ في الغايـة وهو النـار. ومـوضعـه الطبيعي له† الذي تقتضيه خفته أن يعلو على كل ذي وزن فيحيط† بالهواء إلى مقعّر الأثير.

†فأمّا حركات هذه الأجسام† الأربعة ـ أعني التراب والمـاء والهواء والنـار ـ †نحو هـذه الأماكن فحركات† سريعة على الخطوط المستقيمة المارّة بمركز العالم التي هي أقرب السبـل إلى الموضع المطلوب ما لم يُعقها عائق. ولا تتحرك بذاتها على غيرها إلّا لسبب أو لعائق.

وهذه العناصر الأربعة متفاعلة ينقلب بعضها إلى بعض، قابلة للتغيّر، يتلطّف وينبسط كثيفها وينقبض ويتكاثف لطيفها. ويتألف بعضها مع بعض تارة] ويفـترق أخرى منفعلة عن ں ٣ و †حركات الأفلاك وأشعَّة† الكواكب. ولذلك يقال له عالم الكـون †والفساد. وعنيت بـالكون عنـد الارتقاء من الأخس إلى الأشرف وبـالفساد حـين النـزول من الأشرف إلى الأخس† لأن كل صورة تكوّنت فلا بد أن يتقدمها فساد التي كانت قبلها. فلا مُشاحة في تسمية هذا الأمر †الحاصل منها† بأحد الإسمين، أعني بالكون والفساد. فأما مواضـع البسائط فهي أوليـة ذاتية لها.

---

١ ـ فأما: ں تضيف «الخفيف».
٢ ـ حار: سقطت في ں.
٢، ٣ ـ †. . .†: سقطت في ں.
٤، ٥ ـ †. . .†: ں «الاحاطة بالماء».
٩ ـ †. . .†: ں: «الإحاطة».
١٠ ـ †. . .†: ں «وهذه».
١٠، ١١ ـ †. . .†: ں: «تتحرك من الأماكن الغريبة إلى الموضع الطبيعي لها بذاتها حركة».
١٢ ـ غيرها. غير ما ذكرنا في ں، لعـائق: عائق في ں و م، وتضيف ں: «فـالثقيلان يـطلبان المـركز، والتراب أولى به، والخفيفان يطلبان المحيط ـ أي مقعر الأثـير ـ والنار أولى بـه. فهذه المـواضع طبيعيـة للعناصر الأربعة».
١٤ ـ ويتألف: فيتألف في ں.
١٥ ـ †. . .†: ں: «أشعّة». ولذلك: فلذلك في ں.
١٥، ١٦ ـ †. . .†: ں: «عند الارتقاء من أخسّ إلى أشرف والفساد حين النزول من أشرف إلى أخسّ».
١٨ ـ †. . .†: سقطت في ں. بالكون: الكون في ں.

٩٧و

وأما المركبات فإن موضع ⌐كل مركب منها موضع ما غلب عليه من البسائط، وإلا م ٣ و فحيث وجد.

وأما الأثير بجملته فجسم كري يحده سطحان كريان متوازيان مركزهما واحد يقال له مركز العالم. السطح الأدنى منهما محيط بكرة النار والأعلى منهما نهاية العالم فلا يماسّ شيئاً لأن عنده انتهت جميع الأجسام العنصرية والفلكية. والخلاء محال فليس وراءه خلاء ولا ملاء. وينفصل منه طبقة في أعلاه تسمّى بالأطلس† يحدها سطحان كريان متوازيان†. ومعنى التوازي اما في محيطات الدوائر إذا كانت في بسيط مستوٍ فبأن يكون مركز جميعها مركزاً واحداً. وأما إذا كانت على سطح كري فبأن تكون جميعها مخطوطة على قطبين بأعيانهما فتكون مراكزها على الخط المستقيم المارّ بالقطبين وهو المحور. †ويكون هذا المحور† قائماً على سطوحها على زوايا قائمة. وتكون سطوحها إذا خرجت إلى جميع الجهات إلى غير النهاية لا تلتقي.

وأما التوازي في السطوح الكرية فأن يكون مركز السطحين الكريين أو السطوح الكرية واحداً. فتكون الخطوط المنفصلة بين كل سطحين منها من الخطوط المستقيمة الخارجة من المركز إلى السطح الأعلى متساوية. وهذا الجسم ـ أعني الأثير ـ ثابت على حاله. وذلك أن حركته دورية على ما سنوضحه. فلا يكون فيه مبدأ للميل المستقيم. فهو مخالف للعناصر الأربعة في الحركة وفي قبول الانفعال إذ حركته دورية وليس فيه حركة مستقيمة أصلاً. وممّا ں ٣ ظ يدل على ثبات حاله واستمرار نظامه إلى هذه الغاية أنّ الذي دوّنه الأوائل في أمر الكواكب

---

٣ ـ يقال: ويقال في ں.
٤ ـ محيط: يحيط في ں.
٥ ـ انتهت: انتهاء في ں.
٦ ـ بالأطلس: الأطلس في ں. †...†: سقطت في ں. كريان: على هامش بر.
٧ ـ إذا: فإذا في ں. فبأن: بأن في ں.
٨ ـ فبأن: فأن في ں.
٩ ـ مراكزها: مراكزهما في بر و م، مركزهما في ں. †...†: ں: «وهذا المحور يكون».
١٠ ـ جميع: كل في ں. النهاية: نهاية في ں.
١١ ـ تلتقي: تلتق في ں.
١٢ ـ الكريين: الكرتين في بر وم. الكرية²: ں تضيف مركزاً.
١٣ ـ منها: سقطت في ں.
١٤ ـ الأعلى: ں تضيف «منها».
١٥ ـ للميل: الميل في ں. للعناصر: في العناصر في ں.
١٦ ـ دورية: ں تضيف «حول مركزه».
١٧ ـ في: «فيه من» في ں.

والحركات باقٍ على ما دونوه فيها. وإذا فهم ما ذكرناه مجملاً فلنشرع الآن في تفصيله وتبيينه.

فأول ما ينبغي أن نبدأ به هو النظر في حال الأرض عند كل السماء ومعرفة منطقة /الحركة الأولى ومقدار المسكون من الأرض، ثم البحث عن حركة الشمس والقمر وما ٩٧ ظ يلزمهما ـ لأنه ⌐ لا يوصل إلى تحقيق العلم بحركات الكواكب قبل ذلك ـ ثم البحث عن م ٣ ظ حال الكواكب الثابتة والكواكب المتحيّرة. ونستعمل ما أورده أصحاب الرصد مسلّماً ونعتمد عليه.

فأول ما نقدم فيه القول من ذلك إن السماء كريّة، وإن حركتها دورية، وان الأرض بجملتها كريّة السطح في الحس بالنسبة إلى جملتها، وإنّ موضعها في وسط الفلك الأعلى كالمركز وليس لها حركة انتقالية ولا وضعية، وإنّ ليس لها بالنسبة إلى الفلك الأعلى قدر محسوس.

فصل: القول في أن السَّمَاء كُرِيَّة وأن حَرَكتها دَوْرِيَّة

فأول ما استدلّ به القدماء على ذلك أن الشمس والقمر والنجوم تُرى متحركة أبداً من المشارق ـ وهي الجهة التي ترى طالعة منها بعد أن كانت غائبة ـ ثم ترتفع قليلاً قليلاً من السطح المستوي الذي يرى ممتداً على وجه الأرض† ويفصل بين ما يظهر من السماء وما يخفى ـ وهو† المسمّى بالأفق ـ إلى غاية من العلو. ثم تنحط كذلك إلى ذلك السطح من جانب الغرب. ثم تغرب فتغيب عن الأبصار فتمكث زماناً غائبة. ثم تطلع من مواضعها التي كانت طلعت منها كأنه ابتداء آخر على ذلك الترتيب، فتمكث زماناً طالعة ثم تغيب.

†وأن أجرامها عند طلوعها تبدو شيئاً فشيئاً إلى أن يبدو منها أنصاف أجرامها، فتُرى كأنّ الأفق قد قطع دوائرها بنصفين. وعكس ذلك يرى فيها عند غروبها.

---

١ ـ باقٍ: «فهي باقية» في ں. فلنشرع: فنشرع في ں.
٢ ـ الأرض: كل الأرض في ں. منطقة: مكررة في بـ.
٩ ـ انتقالية: انتقال في ں. الأعلى: الأعلا في ں.
١١ ـ فصل: الفصل الثاني في ں، القول: سقطت في ں.
١٢ ـ تُرى: على هامش ں.
١٣ ـ المشارق: المشرق في م. طالعة: طالعاً في ں.
١٤ ـ المستوي: سقطت في ں.
١٤، ١٥ ـ †...†: سقطت في ں، ما يظهر من السماء وما يخفى: ما يظهر وما يخفى من السماء في م.
١٦ ـ الغرب: المغرب في ں. زماناً: ں تضيف «ما».
١٧ ـ تغيب: ں تضيف «أيضاً».
١٨ ـ شيئاً فشيئاً: شيء فشيء في بـ و م.

ويضاف إليه† أنَّ مـدارات الكواكب الأبـديَّة الـظهور حـول نقطة واحـدة هي القطب بالضرورة. وذلك أنَّه قدآ ثبت أنَّه متى تحركت كرة حركة وضعيّة ـ وأعني بالوضعية أن تتحرك ں ٤ و الكرة الدائـرة على† نقـطة ثابتـة هي† مركـزها وعـلى قطر واحـد† ثابت من أقـطارها† يسمّى المحور لازمة لمكانها ـ فإنَّ جميع النقط التي تتحرك بحـركتها تـرسم دوائر متـوازية قـائمة عـلى ذلك المحور، ومراكزهـا عليه. وكـل الدوائـر التي ترسمهـا نقط تكون أبعـادها متسـاوية من المحور فإنها متساوية. وكـل النقط التي تكون أبعـادها من المـركز متسـاوية فـإنَّ الدوائـر التي ترسمها †النقط التي† بالقرب من طرفي المحور الذي تدور عليه أصغر مما† ترسمـه النقط التي هي أبعد من †طرفيه. ومتى كان البعدان منهما متساويين كـانت الدائـرتان˥ متسـاويتين، إلى م ٤ و حين تصل إلى أعظم هذه الدوائر، وتسمّى المـنطقة لتلك الكـرة، وبعدهـا عن طرفي المحـور بعد سواء. وطرفا هذا المحور، وهما النقطتان اللتان تدور الكرة عليهما يُسمّيان قـطبي الكرة. وهذا المحور يكون ثابتاً في حال الحركة الوضعيّة.

فإذا فرض على الكرة دائرة عظيمة، وتوهمت ساكنة، وكانت هذه الدائرة هي الحدّ بين مـا يظهـر وبين مـا يخفى من النقط المتحركـة، تبدّلت أوضـاع النقط التي في الكرة المتحـركـة بالنسبة إلى الدائرة الساكنة. فإن مرّت الدائرة السـاكنة بقـطبي الكرة /كـان لجميع النقط التي ٩٨ و تفرض متحركة بحركـة الكرة بـالنسبة إلى هـذه الدائـرة طلوع وأفول. ويكـون زمان غيبتهـا مساوياً لزمان ظهورها لأنَّ هذه الدائرة تمرّ بالمحور، وعليه مراكز الدوائـر التي ترسمهـا النقط بدورانها. فتكون هذه الدائرة الساكنة تقسم جميع الدوائر المتـوازية بنصفـين نصفين. فيكـون زمان غيبتها مثل زمان ظهـورها. وان لم تمـرَّ هذه الـدائرة بقـطبي الكرة مـاسَّت دائرتـين على بسيط الكـرة متساويتي البعـد عن القطبـين: إحداهمـا فوق هـذه الدائـرة بالفـرض ـ وتسمّى

١، ١٨ ـ †...†: سقطت في ں.
١ ـ أنَّ: وانَّ في ں.
٢ ـ بالوضعيَّة: «بالحركة الوضعيّة» في ں.
٣ ـ †...†: سقطت في ں، وعلى: على في ں. †...†: سقطت في ں.
٤ ـ تتحرك بحركتها: «تحركتها» في ں.
٥ ـ ومراكزها عليه: سقطت في ں. الدوائر التي: «دوائر» في ں.
٦ ـ النقط التي: «نقط» في ں.
٧ ـ †...†: سقطت في ں.
٧، ٨ ـ †...†: ں: «بعُد عن».
٨ ـ متساويين: متساويان في جميع النسخ.
١٤ ـ الكرة: «الكرة المتحركة» في ں.
١٦ ـ النقط: سقطت في م.
١٧ ـ المتوازية: سقطت في ں.
١٨ ـ ظهورهـا: طلوعهـا في ں. ماسَّت: ں تضيف: «دائرة الأفق». دائرتين: ں تضيف: «من المتوازية».
١٩ ـ إحداهما: احديها في ں.

٩٨ و

الظاهرة ـ والأخرى تحتها ـ وتسمّى الخفيّة. آ وتكون هاتان الدائرتان متساويتـين ومتوازيتـين. ں ٤ ظ فإذا فرض في الكرة نقط† متحركة بحركتها، فما† كان يرى منها داخل الدائرة الظاهرة يكـون ظاهراً أبداً. †وترسم دوائر أبدية الظهور†، وما كان في مقابلتها تكون خفيّـة أبداً، †وتـرسم دوائـر أبديـة الخفاء، ومـا كان من النقط متحـركاً عـلى الدوائـر المتوازيـة التي فيما بـين أعظم الدوائر الأبدية الظهور وبين المنطقة فزمان غيبتها أقل من زمان ظهـورها. لكن †مـا قرب من النقط من أعظم الدوائر الأبديّـة الظهـور فزمـان غيبتها أقـل من زمان† مـا بَعُد عنهـا†. وأمّا النقط التي تكون في النصف المقابل لهذا فالأمر فيها بالعكس.

†وإذا توهم على الكرة دائرة عظيمة ترسم مارة بقطبي الكرة وقطبي الدائـرة الساكنـة، فإن هذه الدائرة تقسم جميع القسيّ الظاهرة من الدوائر المتوازيـة التي تدور عليهـا المتحركـات وغيرها بنصفين نصفين. وكـذلك تقسم القسيّ† †الخفيـة منها. والقسيّ من الـدائرة السـاكنة التي فيما بين مواضع الطلوع ⌐والغروب لكل متحرك على دائرة واحدة واحدة منها†. م ٤ ظ

وهذه الأحوال المذكورة إنما تحدث للكرة حال كونها متحركـة، وكون البصر عـلى مركـز سطح الدائرة الساكنة المفروضة، وكون هذا السطح ماراً بمركز الكرة. واعتـبروا حال السـماء فوجدوها كذلك فحكموا بكريتها.

فهذا وشبهه ما أوقع في أنفسهم أن جرم السماء كـريٌّ وأن حركتهـا دورية. وممـا يزيـد هذا الرأي تأكيداً أن جميع ما يظهر فيها يدل على كريتها على ما سيُتلى عليك.

ولو أنَّ إنساناً زعم أن النجوم تذهب على الاستقامة إلى ما لا نهاية لـه فبأي وجـه يرى كل واحد منها طالعاً في كل يوم من مطلعـه الأول، وكيف إذا رجعت لم نرهـا راجعة؟ وكيف ترى في الأبعاد المختلفة على قدر واحد إذ أقصر الخطوط المخرجـة من البصر ـ أعني العمود ـ

---

١ ـ الدائرتان: الدائرتين في م.
٢ ـ نقط: نقطة في بر. †...†: «فإنّ ما» في ں. يرى: سقطت في ں.
٣ ـ †...†: سقطت في ں.
٣، ٥ ـ †...†: سقطت في ں.
٥ ـ ما: وما في ں.
٦ ـ أعظم: «هذه الدائرة وهي أعظم» في ں. غيبتها: غيبته في ں. †...†: «ظهوره» في ں.
٨، ١٠ ـ †...†: سقطت في ں.
١٠، ١١ ـ †...†: سقطت في ں.
١٢ ـ المذكورة: على هامش ں.
١٣ ـ ماراً: مارّ في بر و م. واعتبروا: واعتبر في بر و م، واعتبرو في ں.
١٥ ـ ما: ممّا في ں.

إلى الخط المستقيم الـذي يجري عليـه الكوكب واحـد، ويكون مـوقعه عنـد الـوسط، وبـاقي الخطوط مختلفة الأطوال وكل واحد منها يكون أطول من العمود؟ وزيادة البعد توجب صغراً †في زاوية الرؤية وصغر الزاوية يوجب صغر† المرئيّ وكانت تـرى أصغر فيقـل لذلـك نورهـا. فيكون أصغر ما يرى عند طلوعها وعند غروبها. ونحن نرى الأمر فيها بالعكس، وليس ذلك ٩٨ ظ ـ لقربها لكن لتوسط البخار الرطب الذي يحيط بالأرض بين /الأبصار وبينها. آ فـإنه متى تـوسط ں ٥ و بين البصر وبين المبصر جسم أقل شفيفاً مما أحدهما أو كلاهما فيه رؤي بزاوية أعظم لانعطاف الأشعة البصرية. وذلك أنّا إذا وضعنا بين أبصـارنا وبـين مكتوب مّـا قطعـة بلور أو ما يقـوم مقامها فإنّا نراه أعظم مما نراه إذا رفعنـا ذلك† مـع كون البصر والمبصر بحـالها. وكـذلك إذا ألقينا في الماء جرماً مّا فإنا نراه أعظم مما نـراه إذا رفعنا† عنـه الماء. وكلما زدنـا في سمك المـاء ازداد المبصر عظماً.

ومما يدل على إثبات الكرية للسماء †وان موضعنـا على مـركزهـا† انّه لا يمكن أن تصـح القياسات وتتطابق بفنون الآلات إلّا أن تكون السماء كرية †ومراكز الآلات منطبق على مـركز السماء†. وقد صحّ ذلك مع اختلافها. ٦ فالسماء كرية. م ٥ و

وأيضـاً فإن أسهـل الحركـات وأتمها وأدوَمهـا الحركـة الدوريـة، لأن الحركـة المستقيمة منقـطعة متنـاهية، وأسلس المتحركات الـدوريـة وأسهلهـا وأبعـدهـا من الآفـات من جميـع المجسمات الكرة. وحركة السماء أسرع وأدوم وأتم الحركات فوجب أن تكون كريـة وحركتهـا دورية. ولما كانت الكرة أعظم من كل مجسم تكون سطوحـه المحيطة بـه مساويـة في المساحـة لسطح تلك الكرة، وكان المطلوب من هذا الجسم أن يكون حاوياً لجملة الأجسـام فبالحـري أن يكون كريّاً.

وأيضاً فإنّ جسم الفلك أبسط الأجسـام وأشدّهـا شبهاً بعضـه ببعض. والذي يكـون

---

١ ـ الكوكب: الكواكب في ں. الوسط: ں تضيف: «بين الطلوع والغروب».
٢ ـ يكون: على هامش ں.
٣ ـ †...† على هامش بں. وكانت: فكانت في م.
٤ ـ طلوعها: ظهورها في ں. غروبها: غيبتها في ں.
٨ ـ فإنّا: فإننا في ں. البصر والمبصر: المبصر والبصر في ں. وكذلك: ولذلك في م.
٨، ٩ ـ †...†: على هامش بں.
١١ ـ †...†: سقطت في ں. تصح: تضح في بں وم.
١٢ ـ أن: وان في ں.
١٢، ١٣ ـ †...†: سقطت في ں.
١٨ ـ لجملة: لجميع في ں.
٢٠ ـ فإنّ: ں تضيف «الأثير أي».

بسيطاً متشابهاً يجب أن يكون شكله كـذلك. وليس من المجسـمات ما يتشـابه بسيـطه سوى الكرة، لأنّ غيرها من المجسّمات لا تخلو بسائطها من الخطوط والسطوح والزوايا. وهي مختلفة الأصناف، وليس لبعضها إلى بعض نسبة. فوجب أن يكون الأثير كريّاً.

فصل: في كرية الأرض

ومِمّا يدلّ على كريّة آ الأرض في الحسّ أنّ الشمس والقمر والكواكب تطلع وتغرب على (ں ٥ ظ) أهل المساكن الشرقية قبل طلوعها وغروبها على أهل المساكن† الغربية المتساوية في العـرض†. ويعلم ذلك من الأرصاد الكسوفية ويظهر ظهوراً بيّناً من كسـوفات القمـر، لأنّ توسط زمـان الكسوف يكون في وقت واحد بعينه، وذلك عند تقابل النـيّرين. وقد أثبت في أوقـات مختلفة من الليـل عند أهـل المساكن الـذين أطوال نهارهم الأطـول متساويـة ومساكنهم متباعـدة في المشرق والمغرب. فأمّا الذين مسـاكنهم شرقية فـوجدوه وقـد مضى منذ غـربت الشمس عنهم بسـاعات أكـثر من الساعـات التي أثبته فيهـا القوم الـذين مساكنهم غـربية. فقـد غابت عن المساكن الشرقية قبل غيبتها عن المساكن الغربية. وكذلك فقد كان طلوعها لتسـاوي النهار في هذين المسكنين.

وأيضاً فإنّا نجد أرباب الرصد الشرقيين قد أثبتوه في ساعات أكثر بُعداً من دائرة نصف النهار ممّا اثبتـه أرباب الـرصد الغـربيون. هـذا على أنّ أيـامهم ⌐مأخـوذة مبادئهـا من نصف (م ٥ ظ) النهار. ونجد تفاوت الساعات بين الوقتين عـلى نسبة البعـد الذي بـين المسكنين بـالتقريب، †بشرط /تساوي المسكنين في العرض†. فلو كان سطحها مستوياً لكان يرى تـوسط الكسوف (٩٩ و) في جميع المساكن في وقت واحد من الليل. فيلزم من هـذا أن يكون بسيط الأرض محـدباً من

---

٢ ـ تخلو: تخلوا في بر و م.
٤ ـ فصل: الفصل الثالث في ں.
٥ ـ والكواكب: سقطت في ں.
٦ ـ أهل: سقطت في بر و م. †...†: سقطت في ں. الغربية: المغربية في ں.
٩ ـ الذين: على هامش ں. نهارهم: نهرهم في بر و م.
١٠ ـ الشمس عنهم: عنهم الشمس في ں،
١١ ـ بساعات: ساعات في ں.
١٢ ـ فقد: «قد» في ں.
١٤ ـ اثبتوه: اثبتوها في ں.
١٥ ـ الغربيون: الغربيين في ں. مأخوذة: مأخوذ في بر و م.
١٦ ـ النهار: ں تضيف: «وعلى تساوي وضع مساكنهم في العرض».
١٧ ـ †...†: سقطت في ں. سطحها: سطحها في ں.

المشرق إلى المغرب لأن ذلك جارٍ فيها مستمر في جميع المواضع على قياس واحد.

وأما تحديبه من الجنوب إلى الشمال فإنَّ السائر متى سار مستقبلاً جهة القطب الظاهر فإنه يزداد ارتفاع القطب له وتظهر له كواكب بالقرب من الأبديّة الظهور من التي كان لها طلوع وغروب فتصير أبدية الظهور. ويخفى عنه من الجهة المقابلة لهذه الجهة كواكب نظيرة لهذه فتصير أبديّة الخفاء بعد أن كان لها طلوع وغروب.

وذلك دليل على كرية ٱ سطح الأرض إذ لو كان غير محدب لما وجد فيه شيء مما ذكرنا. ں ٦ و

وقد ذكروا أنَّ المأمون لما رأى هذا المعنى في كتب الأوائل أمر بامتحانه فوجد أن الدرجة الواحدة ـ وهي جزء من شس جزءاً من الدائرة العظمى المحيطة بالأرض ـ ستة وخمسون ميلاً وثلثا ميل: كل ميل أربعة آلاف ذراع† بالذراع السوداء†، كل ذراع أربعة وعشرون إصبعاً، كل إصبع ستّ شعيرات بطون بعضها إلى ظهور بعض. †وعند بعض العلماء أنَّ الدرجة الواحدة ستة وستون ميلاً كل ميل منها ثلاثة آلاف ذراع. وليس هذا الذراع الذراع الأول†.

وكلما سار السائر نحو القطب الظاهر ستة وستين ميلاً وثلثي ميل ازداد ارتفاع القطب الظاهر له درجة واحدة. وعلى هذا القياس لو سار أكثر ازداد له الارتفاع على النسبة المذكورة. وكذلك لو استدبر هذا القطب وسار نحو القطب الخفي †لنقص ارتفاع القطب الظاهر على تلك النسبة†.

وكل مسكنين كان أحدهما شرقيَّ الآخر وكان عرضهما واحداً وبينهما من البعد ألف ميل ⌐فإن الشمس تطلع على الشرقي منها قبل طلوعها على الغربي بساعة مستوية تقريباً، م ٦ و وكذلك تغيب عنهم.

---

٨ ـ شس : سقطت في م. جزءاً: سقطت في ںں و م. وخمسون: وستون في ں.
٩ ـ أربعة: ثلاثة في ں. † . . . †: سقطت في ں.
١٠ ـ ست: ستة في ں. ظهور: سقطت في ں.
١٠، ١٢ ـ † . . . †: سقطت في ں.
١٢ ـ الأول: الأولى في ںں.
١٣ ـ وستين: وستون في ں. وثلثي: وثلثا في جميع النسخ. القطب: مكررة في م.
١٤ ـ ازداد له: لزاد في ں. الارتفاع: ں تضيف «أكثر».
١٥ ـ وكذلك: «وبالعكس من ذلك» في ں.
١٥، ١٦ ـ † . . . †: سقطت في ں.
١٧ ـ وبينهما: يسبق ذلك حاشية في ںں بخط الناسخ: «وعرض البلد قوس من دائرة نصف النهار بالبلد فيما بين سمت الرأس بالبلد وبين معدل النهار، أو ارتفاع القطب عن الأفق في دائرة نصف النهار».
١٨ ـ بساعة: فلأنَّ الفلك يدور ١٥ درجة في الساعة، $66\frac{2}{3} \times 15 = 1000$ ميل.

وأمَّا كريَّة الماء فإنَّ السائر في البحر من أي النواحي وإلى أيها سار فإنَّه إذا قرب من البر يرى أوّلاً مع وجه الماء رؤوس الجبال أو المنار، ثم كلما قرب يرتفع له منها شيءٌ فشيءٌ إلى أوساطها ثم إلى أصولها، كأنها كانت غارقة في البحر وهي تظهر منه أولاً فأولاً.

وامتحان ذلك بأن توقد فيها نيران بعضها أرفع من بعض فإن المسافرين في البحر بالليل لا يرون أولاً إلاَّ ارفع النيران ثم يليها في الارتفاع حتى أنَّ التي تكون أسفل الكل تكون آخرها رؤية. وهذا دليل على كرية الماء إذ لو كان سطح † الماء مستوياً لرُئيت جميعها دفعة واحدة †.

فصل: في أنَّ الأرض في وسط السماء وليس لها حركة انتقال

† لما كانت الأرض † داخل كرة الأثير فلا يخلو إما أن يكون مركزها منطبقاً على مركزه أو لا. فإن كان مركزها آ منطبقاً على مركزه - أعني مركز العالم - فذاك / ى ٦ ظ - ٩٩ ظ وإن لم يكن مركزها مركز العالم فسيكون على جانب منه. فيلزم من ذلك أنَّ الذين يسكنون في النصف من الأرض الأقرب من المحيط الذي الأرض مايلة إلى جهته، وهذا النصف من الأرض تحدّه الدائرة العظيمة † المخطوطة على كرة الأرض † المارة بمركزها القائمة على الخط المستقيم الذي يمرّ بمركز الأرض وبمركز العالم، يرون من السماء أقل من النصف دائماً لأنَّ السطوح التي تمرّ بأبصارهم على وجه الأرض - وهي التي تحد بين ما يظهر من السماء وبين ما يخفى، وهذه السطوح تسمّى آفاقاً - يقع مركز العالم تحتها بقدر † خروج الأرض عن المركز † أو أقل منه بقليل، فيرون من السماء لذلك أقلّ من النصف. ويختلف ذلك بمواضع المساكن.

---

٢ - منها: على هامش ب.
٥ - التي: الذي في ب و م.
٦ - لرعيت: لرأيت في ب و م.
٦، ٧ - † . . . †: على هامش م.
٨ - فصل: الفصل الرابع في ى.
١٠ - † . . . † ى: «لأنَّ الأرض لما كانت». يخلو: «يخلوا» في جميع النسخ. منطبقاً: منطبق في ى.
١١ - لا: ى تضيف «يكون». مركزها: سقطت في ب.
١٤ - † . . . †: سقطت في ى. بمركزها: بمركز الأرض.
١٦ - وبين: على هامش ب.
١٧ - † . . . †: ى: «ذلك الميل».

٩٩ ظ

أما ساكنو النصف† الآخر بالتقريب† فإنهم يرون من السماء أكثر من نصفها. لأن مركز العالم عند هؤلاء يرتفع عن آفاقهم. فيرون من السماء أكثر من النصف. فلا يرى السماء منقسمة بنصفين إلّا من يسكن على محيط الدائرة المذكورة ـ وهي التي ⌝فصلت بين النصفين م ٦ ظ المذكورين† من الأرض ـ أو فيما بين هذه الدائرة والدائرة الموازية لها التي تمرّ على النقطة التي تماسّ عليها الخط المخرج من مركز العالم لكرة الأرض. لأنّ آفاق هذه المساكن إمّا أن تمرّ بمركز العالم وإما أن يكون بينها وبين الآفاق† التي تمر بمركز العالم ليس إلّا بمقدار نصف قطر الأرض† أو أقلّ منه†. وليس للأرض قدر محسوس عند كل السماء. وقد وجدت السماء منقسمة بنصفين عند من يسكن على غير هاتين †الدائرتين وفيما بينهما. وآفاق هؤلاء وإن قطعت السماء بنصفين فإنه يعرض عندهم إمّا ان تقسم دوائر أنصاف نهارهم القسيّ الظاهرة من الدوائر الموازية للمعدل بنصفين، وإن قسمتها بنصفين فلا توجد أظلال المقاييس المغربية والمشرقية عند كون الشمس في سطح المعدل على خط واحد مستقيم†. فليست الأرض بزائلة عن الوسط.

ولذلك كان يعرض أن لا تنقسم الدائرة المارة بأوساط البروج الاثنتي عشرة بجميع الآفاق بنصفين، وهي منقسمة بنصفين دائماً. ودائرة البروج هي السطح الذي ترسمه الشمس بحركتها الخاصة لها. وكل الناس على اختلاف مساكنهم يرون أبداً ستة بروج ظاهرة وستة منها غائبة تحت الأرض. وكلما غاب منها شيء طلع عوضه. فلا يزيد الطالع على الغائب ولا ينقص عنه. ويتبدل النصف المرئي ظاهراً بالنصف الذي كان غائباً، ولا تزال منقسمة بجميع الآفاق بنصفين.

---

١ ـ ساكنو: ساكني في ن. ساكنوا في ب و م، † . . . † ن: «المقابل لهذا النصف».
٢ ـ يرتفع: مرتفع في ن.
٤، ٦ ـ † . . . †: ن: «لأنّ الاختلاف الواقع بين آفاق هذه المساكن وبين الآفاق الحقّية، وهي».
٧ ـ † . . . †: ن: «فقط».
٨ ـ هاتين: هذه الدائرة في ن.
٨، ١١ ـ † . . . †: سقطت في م.
١٠ ـ الموازية: الدواير في ن.
١٣ ـ ولذلك كان: «وكذلك كان» في ن، «وكذلك» في ب. الاثنتي عشرة: الاثنا عشرة في ب ون، الاثنا عشر في م. بجميع الآفاق: بآفاقهم؟.
١٤ ـ ترسمه: «ترسمها» في ب، «ترسمها مركز» في م.
١٦ ـ الأرض: الأفق في ن.
١٧ ـ المرئي: الثاني في ن.
١٨ ـ بجميع الآفاق: بالأفق في ن.

ويعرض أيضاً أن لا يستوي الليل ⌝ والنهار في شيء من †مساكن المعمورة الخارجة عمّا بين الدائرتين المذكورتين†. وإن استويا فسيكون استواؤهما عند كون الشمس على دائرة من الدوائر الموازية لمعدل النهار. فلا يكون استواؤهما عند مرور الشمس بسطح معدل النهار إلاّ عند من يسكن† فيما بين الدائرتين المذكورتين، لأنّ آفاق غير هذه الأماكن† لا تكون دوائر عظاماً في كرة السماء فلا يقطع / منها شيء ⌝ لمعدل النهار ولا فلك البروج بنصفين، وربما قطعت آفاقهم بعض الدوائر الموازية للمعدل بنصفين لكونهما صغيرتين. ں ٧ و — ١٠٠ و - م ٧ و

وأيضاً لا †يكون الظل الغربي الحادث عن مقاييس ما مع ظله الشرقي عندما تكون الشمس في سطح معدّل النهار أو على جزئين آخرين متقاطرين† على خط واحد مستقيم. وإن وُجد ذلك فلا يكون الزمان الذي من حين تطلع الشمس أو الكواكب إلى حين تغرب منقسماً †بدائرة نصف النهار† بنصفين. والوجود بخلافه. فبطل أن يكون مركزها خارجاً عن مركز العالم.

فمركزها منطبق على مركز العالم دائماً لا يفارقه، لأنّها لو انتقلت عنه لعرض ما ذكرناه من المحالات. وذلك ما أردنا أن نبين.

فصل: في أنّ الأرض ليس لها حركة وضعيّة وأنّ الحركة اليوميّة التي ترى الكواكب إنّما هي حركة السّماء وليست هي للأرض

والحركة الوضعيّة هي التي تكون على محور واحد بعينه †ومركز ثابت† تتبدل بها

---

١ - أن: «أمّا ان» في ں.
١، ٢ - †...†: ں: «المعمور وأمّا».
٢ - وإن استويا: ں: «ان يستويا».
٤ - †...†: ں «على الدائرة القائمة على الخط الذي يمرّ بمركز العالم وبمركز الأرض، لأنّ آفاق السكان على غير هذه الدائرة القائمة».
٥ - منها شيء: «شيء منها» في ں. لمعدل: معدل في ں.
٧ - وأيضاً: فأيضاً في م. لا: على هامش ب.
٧، ٨ - †...† ں «وأيضاً لا تكون أظلال المقاييس الشرقية مع أظلال المقاييس الغربية عندما تكون الشمس في سطح معدل النهار».
١٠ - †...†: سقطت في ں.
١٢ - لعرض: يعرض في ب وم.
١٤ - فصل: الفصل الخامس في ں.
١٥ - ليست: ليس في ب وم.
١٦ - †...†: سقطت في ں.

الأوضاع دون المكان. ولما تبيّن أن حركات الكواكب السبعة إنما هي للسماويّات لكونها يقرب بعضها من بعض ويبعد فلم يمكنهم نسبة هذه الحركات إلى جرم الأرض. فظنّ قوم أن الحركة التي بها يظهر للكواكب كلها طلوع وغروب إنما هي حركة لجرم الأرض وأنها تتحرك بجميع ما عليها حركة دورية في كل يوم وليلة دورة واحدة، وأن حركتها نحو المشرق فلذلك يميل سطح الأفق فينحط جانبه الشرقي ويرتفع الجانب الغربي فيظهر من الشرق ما كان مستتراً ويستتر من الغرب ما كان ظاهراً. ˥ ولو نظروا إلى سرعة هذه الحركة وإلى ما يعرض في الهواء لعلموا فساد ظنهم. وذلك أنَّه كان يجب أن جميع ما ليس بمستقر على الأرض مثل ما يكون في الهواء من الطير والسحاب والنشاب وما يقذف به في الهواء يرى أبداً متحركاً إلى خلاف الجهة التي تحركت الأرض نحوها، وذلك لأن حركتها بهذا التقدير أسرع من جميع الحركات. لأنَّه لما تبيّن أن الدرجة الواحدة التي هي جزء من شسس جزءاً مما تقسم به الدائرة العظيمة المحيطة بكرة الأرض ستة وستون ميلاً وثلثا ميل، ومعلوم أن الدور هو أربعة وعشرون ألف ميل يتم في يوم وليلة وهي أربعة وعشرون ساعة مستوية. وكل ساعة مقدارها خمس عشرة درجة بالتقريب تسمّى أزمان الساعة، وهذه الخمس عشرة تكون ألف ميل، ففي عشر ساعة مستوية تكون حركة الأرض على رأيهم مقدار ماية ميل. ن ٧ ظ

وليس يوجد من المتحركات ˥ ما يتحرك في هذا المقدار من الزمان هذا القدر من المسافة. فكان من الواجب أن لا يرى السحاب ولا الطير والنشاب متحركاً إلى المشرق ولا واقفاً، لسبق الأرض لها. لكنَّا نرى الطير والسحاب متحركاً إلى جميع الجهات على السواء، ويقف الطير ويسكن الريح، فيرى الطير والسحاب واقفاً. م ٧ ظ

ولو أن رامياً / رمى في جهتي الشمال والجنوب بسهمين على سمت واحد مستقيم، لم يكن يوجد الخط المستقيم الذي يصل بين موضعي سقوط المرميين يمرّ بموضع الرامي، وذلك لحركة الأرض في زمان مكث المرميّ به في الهواء. والوجود بخلاف ذلك. وكذلك لو رُمي في جهتي المشرق والمغرب من مقام واحد بقوة واحدة حجارة أو سهاماً لوُجد البعدان مختلفين، ١٠٠ ظ

---

٧ - في الهواء: صحّحت بيد أخرى على هامش م لتقرأ «للهواء». الهواء: فوق السطر في ن. كان: على هامش ن.

٨ - النشاب: شرحت على هامش م: «السهام، واحده نشابة».

٩ - لأنَّ: أنَّ في ن.

١٣ - خمس عشرة: خمسة عشر في جميع النسخ. وهذه: وهي في م ثم صححت فوق السطر. الخمس عشرة: الخمسة عشر في جميع النسخ.

١٥ - ما يتحرك في هذا: غير مقروءة في م. المقدار: القدر في ن.

١٦ - السحاب ولا الطير والنشاب: الطير ولا السحاب ولا النشاب في ن.

١٨ - الطير: كل الطير في ن. واقفاً: واقفة في جميع النسخ.

٢٢ - سهاماً: نشاباً في ن. البعدان: البعدين في بر و م.

لكنهما يوجدان متساويين. فليس للأرض حركة وضعية، فبطل ظنهم. وقد تبيّن أنّه ليس لها حركة انتقال، فهي ساكنة في الوسط.

فصل: في أنّ الأرض كالنقطة عند الفلك الأعلى

ومما يستدل به على أن الأرض عند فلك الثوابت كالنقطة، وليس لها قدر يُحسّ بالنسبة إليه أن الأفق الحسي يقطع دائرة البروج والدوائر العظام التي في السماء كلّها بنصفين نصفين في جميع المساكن، وأن أقدار النجوم وأبعاد ما بينها ترى في كل مكان في الوقت الواحد متساوية متشابهة على ما دوّن ذلك أصحاب الرصد في أماكن متفرقة لأوضاع مختلفة.

وأيضاً فإن حكم مراكز ذوات الحلق وآلات الرصد † وأطراف مقاييس الظل لو لم تكن كحكم مركز العالم لم† يتفق القياس بها على شيءٍ واحد.

فصل: نُريد أن نبيّن أنّ الأثقال تطلب مركز العالم من جميع جهات المحيط، وأن مركز ثقل الأرض - وهو مركزها - منطبق على مركز العالم.

وذلك أن حركة الأثقال الخاصة بها في جميع نواحي الأرض توجد أبداً على الخطوط المستقيمة القائمة على السطوح المستوية المخرجة من نقطة مسقط الثقل أعني الموازية للأفق

٢ - انتقال: ن تضيف: «لأنّها لو انتقلت انتقالاً محسوساً لخرجت عن مركز آالعالم بكليتها. فكان يلزم ما ذكرناه متقدّماً من المحال». ن ٨
٣ - فصل: الفصل السادس في ن.
٤ - يحس: محسوس في بر و م وقد صححّت فوق السطر في م وعلى هامش بر.
٥ - العظام: على هامش ن.
٧ - لأوضاع مختلفة: سقطت في ن.
٨ - مراكز: ن تضيف «أكثر». الرصد: بر تضيف على الهامش: «في أماكن مختلفة لأوضاع مختلفة».
٨، ٩ - †...†: على هامش م، وقد ذكر أنها «سهو».
٩ - لم يتفق: على هامش بر.
١٠ - فصل: الفصل السابع في ن.
١١ - جميع: كل في ن. مركزها: على هامش بر.
١٣ - الخاصة: تضيف بر و م «الطبيعية».
١٤ - القائمة: تضيف بر و م «أعمدة»، المستوية: «أعني الموزونة» على هامش ن. مسقط: موقع في ن، أعني: «وهي السطوح» في ن.

الحقّي المماسّة لكرة الأرض عند نقطة موضع الثقل فلولا أن الأرض تستقبلها فتعوقها لدامت حركتها إلى المركز، لأنَّ هذه الخطوط التي تتحرك الأثقال عليها تكون متصلة بالخطوط الواصلة بين هذه النقط وبين مركز الأرض الذي هو مركز العالم على استقامة، لأنَّها أعمدة على نقط بأعيانها في تلك السطوح المماسَّة لكرة الأرض في جهتي الفوق ⌐ والتحت. فثبت م ٨ و بهذا الاستبصار أن الأثقال تطلب المركز من جميع الجهات. ويلزم من هذا انها تتدافع بثقلها في جميع ˥ الجوانب تدافعاً متساوياً متشابهاً. فلا محالة ينطبق مركز ثقلها على مركز العالم ويثْبُت ي ٨ ظ عنده لتكافؤ القوى. ومركز الثقل هي نقطة متى حُمل الثقل بها فإنّه يلزم وضعاً، فلا يرجحنَّ جانب منه على آخر. وكذلك يكون حاله على أي وضع بدِّل من أوضاعه.

وأما الخفيفان فإنهما يتحركان أيضاً على هذه الخطوط المخرجة من المركز، لكن إلى جهة المحيط، ومتى عُلم هذا لم يُتعجب من أن الأرض واقفة في وسط الهواء وليست محمولة على شيء، عظمت قدرة مفيض الصور/ واهب الوجود. ١٠١ و

ولو كان للأرض حركة انتقال كما ظنَّ من لا بصيرة له، انها تهوى دائماً، لما لحقتها المَدَرة الملقاة إليها، لأنَّ سرعة الحركة إلى الجهة المطلوبة بالطبع تكون بقدر قوة المحرك، والمحرك إلى أسفل إنما هو الثقل.

ففي الأجسام المتجانسة المتشابهة الشكل يكون قدر القوة على قدر مساحة الجسم. ويظهر لنا ذلك أنَّا متى القينا ثقيلين متجانسين متشابهي الشكل من علو، †أحدهما أعظم من الآخر فإنَّ العظيم يسبق ويترك الآخر وراءه. ومتى فعل ذلك من علو† أكثر ظهر ظهوراً بيّناً.

والأرض أعظم ممَّا سواها من ذوات الثقل فهي أثقل من جميع ما عليها. ولما كان الثقل علة الحركة إلى أسفل وجب أن تكون الأرض لفرط ثقلها تسبق كل ما عليها وتخلف ما ليس

---

١ - موضع: موقع في ي دون النقط.
٢ - تكون: يكون في ب.
٣ - استقامة: الاستقامة في ي.
٥ - من جميع الجهات: غير مقروءة في م.
٦ - متشابهاً: سقطت في ي.
٧ - وضعاً: وضعه في ي.
٨ - وكذلك: ولذلك في م.
١٢ - لحقتها: لحقها في ي.
١٣ - المَدَرة: المَدَرُ قطع الطين اليابس (القاموس).
١٦ - متجانسين: سقطت في ي.
١٦، ١٧ - †...†: على هامش ي.
١٧ - أكثر: في كثير في ي.

١٠١ و

ملتصقاً بها في الهواء، وتنفذ ما يحويها في أسرع وقت. لكن لثباتها لحقتها المَدَرة وجميع ما يلقى إليها مما هو أخف واسخف منها من جميع النواحي. فتبين أنّه ليس للأرض حركة انتقال.

فصل: في أن أصناف الجهة للحركات الأُوَل للسَّماء إثنتان - أعني إلى جهتي المشرق والمغرب

وقولنا الأُول احترازٌ عمّا بالعرض، وهي الحركات التي تظهر للكواكب في العرض. وحركاتها التي بها يحصل للكواكب السيّارة القرب والبعد من الأرض، فإنها حاصلة بالعرض.

فالأولى من هاتين الحركتين، وهي حركة الفلك الأعلى الحاوي لسائر الأفلاك وهو المحدّد، وهي التي عُرفت في أول الأمر عند عامة الناس، فلذلك سمّيت الأولى، وسمّيت الحركة اليومية لأنه يدور في كل يوم دورة على التقريب. ⌐وحركة هذا الفلك من المشرق إلى المغرب على قطبيه. وبهذه الحركة تطلع الكواكب في كل يوم وتغرب على دوائر متوازية وأدوار متساوية السرعة. ومنطقة هذه الكرة هي أعظم الدوائر المتوازية ويقال لها معدل النهار، وهي الدائرة التي إذا وصل مركز الشمس إلى سطحها بحركتها الخاصة لها اعتدل الليل والنهار في جميع المعمور من الأرض لأنّ دوائر الآفاق المائلة إنّما تقسم دائماً بنصفين دائرة معدل النهار فقط دون غيرها من الدوائر المتوازية لكونها دوائر عظاماً. ولما كان دوران الشمس في الأيام يكون على الدوائر الموازية لمعدل النهار بالتقريب، فإذا بلغت غاية بعدها في الشمال والجنوب من معدل النهار كانت دورتها ذلك اليوم موازية له بأقرب التقريب، ولأنّ النهار هو الزمان الذي تكون الشمس فيه فوق الأفق على قوس من القسي الظاهرة من الدوائر المتوازية، م ٨ ظ

---

١ ـ ملتصقاً: ملصقاً في ىه. وتنفذ ما يحويها: غير منقوطة في جميع النسخ.

٢ ـ منها: ىه تضيف: «ممّا يلقى إليها».

٣ ـ فصل: الفصل الثامن في ىه.

٤ ـ جهتي: جهة في بر و م.

٦ ـ السيارة: سقط ممّا يلي هذه الكلمة، وهي آخر كلمة في ورقة ٨ ظ من ىه، حوالى خمس وثلاثين صفحة بحجم صفحات بر. ويبدأ النص من جديد في أعلى صفحة ١١٨ و ـ السطر الثاني ـ من بر. أمّا ترقيم صفحات ىه فيشير بالأرقام الهندية إلى فجوة ما بين ورقة ٩ وورقة ٣٤. أمّا الأرقام الغربيّة ـ المشار إليها هنا ـ فتستمر على التوالي كأنّ مرقّم الصفحات لم يُعر تكامل النص أيّ انتباه. القرب: للقرب في بر.

٨ ـ الأولى: الأول في بر و م.

١٨ ـ الذي: التي في بر و م.

والليل هو الزمان الذي تكون فيه على قسيّها الخفيَّة. فأمّا آفاق الاستواء فإن الليل فيهـا مساوٍ للنهار لأنَّ هذه الآفاق خاصة دون غيرها تقطع معدل النهار وسائر الدوائر الموازية لـه بنصفين نصفين لأنّها تمرّ بقطبي معدل /النهار وبمحوره فتمر بمراكز الدوائر المتوازية فتقطعها بنصفين. ١٠١ ظ

فأما الآفاق المائلة فإن أحد القطبين يكون فيها ظاهراً، أعني مرتفعاً عن الأفق، والآخر منحطاً عن الأفق. فيكون لذلك نصف المحور الذي يلي القطب الظاهر فـوق الأفق والنصف الآخر تحته. فلذلك تقع مراكز الدوائر التي تلي القطب الظاهر فـوق الأفق. فيكون المنفصـل منها فوقه أعظم ممّا تحته، وبالعكس من ذلك في الدوائر التي تلي القطب الخفي. فـلا يتساوى الليل والنهار فيها إلا حين تمر الشمس بالوسطى من هـذه الدوائـر أعني بمعدل النهـار، لكون الآفاق المائلة دوائر عظاماً، فتمر بمركز العـالم.فتقطع المعـدل فقط من بين المتـوازية بنصفـين. وتقطع الدوائر المتوازية بأقسـام مختلفة كـل قطعتـين متبادلتـين من دائرتـين بعدهمـا عن جنبتي المعدل بعد سواء متساويتـان. أعني القوس الـظاهرة من أحـديهما مسـاوية للقـوس الخفية من الأخرى وبالعكس.

ووجدنا الشمس وسائر النجوم تتحرك بـالحركـة الأولى في كل يـوم في سطح دائـرة من الدوائر الموازية بالتقريب. فيرى الكوكب في سطحها طـالعاً ومتـوسطاً للسماء وغاربـاً. يتبين ذلـك بذات الحلق. ويكـون زمان مكثـه فوق الأفق منقسمـاً بدائـرة نصف النهار بنصفـين. وتوجد سعة مشرقه مساوية لسعة مغربه. ⌝فعلم أن النجوم تتحرك بهذه الحركة أو بمثلهـا على م ٩ و
محورها.

ولما رصدت الكواكب المسمّاة بالثوابت فوجدت أبعاد بعضها من بعض وتشكـل بعضها ببعض على حال واحد ونظام مستمر، وتأكد ذلك بمـا دوّن الأقدمـون من أمرهـا ووجده عـلى تلك الحال المتأخرون، فلذلك سمّيت ثابتة. وإنه كان من رأي الأقـدمين أن الحـركة اليـومية لكرة الكواكب الثابتة. ولم يكن عند الأقدمـين إلى زمن ابرخس علم بـأن لكرتهـا حركـة غير الحركة اليومية. فلذلك سمّوها ثابتة وبقي هذا الاسم عليها إلى وقتنا هذا.

فـأما ابـرخس الفاضـل المحب للحق فإنّـه ذكر أن للكـواكب التي على مجـرى السيّـارة حركة† أي حوالي منطقة البروج†. وجـاء من بعده الفـاضل بـطلميوس وبـيّن أن لجملة هذه الكواكب حركة. وبيّن أن هذه الحركة من المغرب إلى المشرق عـلى قطبي فلك الـبروج. وقد كان من تقدمها يظنّها ثابتة.

---

١ ـ فيه: فيها في بت وم.
٧ ـ مما: ما في بت.
١١ ـ الظاهرة: الظاهر في بت وم.
٢٤ ـ †...† على هامش بت.

وأمّا الكواكب السبعة فإنها وإن كانت متحركة بالحركة الأولى على دوائر موازية لمعدل النهار، إلا أنها لا تلزم دوائر بأعيانها من الدوائر المتوازية لكن تنتقل من دوائر إلى أخر. ولا تحفظ أبعادها من الكواكب الثابتة ولا أبعاد بعضها من بعض فعلم أنّها كلها تتحرك، وأن حركتها مختلفة. وعلم ذلك أيضاً ممّا شوهد† من حركاتها أن مسيرها إلى المشرق خلاف جهة الحركة الأولى† من أنها متى قارنت كوكباً من الكواكب الثابتة فإنها تسير إلى المشرق عنه /وتخلفه نحو المغرب. وكذلك إذا قارن بعضها بعضاً حالة الإستقامة. فعلم من ذلك ١٠٢ و اختلاف حركاتها أيضاً. إلا أنها مع اختلاف حركاتها المشرقية الخاصة بها في السرعة والبطء تتحرك على دوائر عظيمة مقاطعة لمنطقة الحركة الأولى ومقاطعة للدوائر الموازية لها. فلما كانت هذه الكواكب السبعة ترى في كل يوم متحركة على دوائر موازية لمنطقة الحركة الأولى وتتحرك أيضاً في الشهور والسنين على دوائر مقاطعة لتلك الدوائر وجب أن تكون حركتها الثانية بجسم آخر، لأن الجسم الواحد البسيط لا يتحرك بذاته حركتين، ولا يتحرك إلّا على قطبين بعينيهما. ولأن حركتها الأولى ترى على الدوائر المتوازية ⌐ إمّا للمُحرك الأول بالذات أو لفلك موافق له. فتكون هذه الحركة، أعني اليومية، وهي التي يدور بها الكوكب في اليوم الواحد بليلته نحو المغرب دورة تامة بالتقريب على دائرة من الدوائر المتوازية، هي حركة الفلك الذي منطقته معدل النهار، وهي للكوكب بالعرض. والحركة الثانية هي بالذات لفلكه الخاص لأنها على أقطاب أُخر غير قطبي الدوائر المتوازية. فنسبت الحركة التي على الدوائر المتوازية إلى الفلك الأول والثانية إلى فلك الكوكب.

ولو نسبنا الحركة الموافقة للحركة الأولى إلى فلك غير الفلك الأول لكان في إثباتنا فلكاً آخر لا حاجة إليه فَضْلٌ، وليس ثَمَّ فَضْلٌ لا يُحتاج إليه. ولو نسبنا الحركة التي منطقتها مقاطعة للدوائر المتوازية إلى فلك غير الفلك الخاص بالكوكب لكان هذا الجسم الزائد خالياً من الفائدة لأن فلك الكوكب يفي بذلك.

وقد شكّك في إثبات هذه الحركة الثانية، أعني إلى جهة المشرق، قوم لا خبرة لهم بالعلوم الرياضية وقالوا في إثبات الحركات كلها إلى جهة واحدة كفاية وأُولى بهذه الأجرام لأنها أقل مخالفة. وتوجيه ما شكّكوا به أن المتحركين إلى جهة واحدة حركة دورية متى كانت

٤، ٥ ـ † . . . † على هامش بر.
٥ ـ من: منها في بر.
٦ ـ وتخلفه: مكررة في أسفل (١٠١ ظ) في بر.
١٢ ـ بعينيهما: بأعيانها في بر و م. للمحرك: المتحرك في م وربما قرئت الضمّة في بر على أنها نقطتان. فتكون م نسخة عن بر.
١٨ ـ الفلك الأول: فلك الأول في بر.
٢٢ ـ شكك: شكّ في م.

حركة أحدهما أسرع من حركة الآخر فإنهما إذا تحركا إلى تلك الجهة رُئي الأبطأ منهما متخلفاً، فيظن به أنّه متحرك إلى خلاف تلك الجهة لأنهما إذا اقترنا ثم تحركا في الجهة بما لهما من الحركة فسار السريع دورة تامة وسار البطيء دورة إلا قوساً، فإنه يُرى البطيء متأخراً عن السريع في الجهة المخالفة لجهة حركتهما بتلك القوس.

وظنَّ من جاء بعد هؤلاء ممن لم يكن عنده ما ينقض هذا الرأي أنّه مُقنع فأورده على سبيل الشك أيضاً. وهذا رأي فاسد، وذلك أن الاعتبار بالرصد والنظر التعليمي اقتضى أن تكون الحركة الموجودة للكوكب مركبة. وذلك أنّه يوجد للكوكب حركتان: إحداهما على دائرة موازية لمعدل النهار، والأخرى على دائرة مقاطعة لمعدل النهار. /وذلك أنّه يُرى في كل يوم ١٠٢ ظ متحركاً إلى المغرب على دائرة من الدوائر المتوازية ويتأخّر إلى جهة المشرق. ⌝وتأخره إلى جهة م١٠ و المشرق لا يكون عليها. ولا يكمل الدورة مع المعدل بل يتأخر عنه. ويكون ما ينتظم من تأخره كل يوم من القسي التي تتأخر بها دائرة مقاطعة لمعدل النهار. وذلك أنّه لا يتأخر على الدائرة الموازية التي يتحرك عليها في كل يوم، بل ينتقل عنها إلى غيرها. ورصدت القسي التي يرى الكوكب متأخراً عليها جميعها فوجدت في سطح واحد ينتظم منها دائرة عظيمة مقاطعة لمعدل النهار وللدوائر الموازية له. فحركتها اليومية لا تكون إلا لمعدل النهار، والحركة الأخرى تكون لفلك مايل عنه. ولأنَّ الكوكب لو تحرك بفلكه المايل نحو المغرب مثل الحركة اليومية لكان يُرى مسيره فوق الأرض على دائرة مقاطعة للدوائر المتوازية، ولم تكن دائرة نصف النهار تفصل الزمان الذي من حين يطلع إلى حين يغرب بنصفين لأن قطبي فلكه المائل لا يكونان دائماً على دائرة نصف النهار فلا تنفصل قسي مداراته الظاهرة بنصفين، والوجود بخلافه.

ومثال ذلك في حركة الشمس. فإنها توجد كل يوم من حين تطلع إلى حين تغرب على دائرة من الدوائر المتوازية. ولا يكمل للشمس دورة تامة حين يكون المعدل قد كمّل دورته، بل تتأخر قوساً نحو المشرق. وليست هذه القوس من دائرة من الدوائر المتوازية، لكنّها بهذا التأخر تنتقل من دائرة من الدوائر المتوازية إلى غيرها. ووُجِد تأخُرها أبداً في السطح الذي يمر بالخطين المستقيمين المتقاطعين عند مركز العالم على زوايا قائمة، وهما اللذان يمرّ أحدهما بنقطتي الاعتدالين والآخر بنقطتي الانقلابين؛ ونقطتا الانقلابين هما نهاية ميل هذا السطح

---

٤ ـ لجهة: لجهته في ب.
٥ ـ هؤلاء: هاولاى في ب و م.
١٤ ـ والحركة: سقطت في ب. الأخرى: الآخر في ب.
١٥ ـ لفلك: على هامش ب. مايل: لمايل في ب.
١٨ ـ مداراته: مدارا في م.
٢٠ ـ دورته: دورة في م.
٢١ ـ ليست: ليس في ب و م.

عن سطح معدل النهار في الشمال والجنوب. وهذا السطح هو المسمّى بسطح البروج. ووجد مركز الشمس أبداً في هذا السطح. ومتى سامت مركز الشمس نقطة من فلك البروج عاد بالتأخر نحو المشرق إليها في زمان السنة الشمسية، وهي مع ذلك تتحرك في كل يوم على دائرة من الدوائر الموازية لمعدل النهار بالتقريب. وليس يمكن أن تكون هذه الحركة اليومية على قطبي البروج لأنها توجد موازية لمعدل النهار. ولا يمكن أن يكون تأخر الشمس على قطبي المعدل، وإلاّ لما زالت عن موازاته ولا كانت تميل عن المعدل في الجهتين. ولا يمكن أن تكون ⌐ حركة الشمس في فلك البروج إلى جهة المغرب لأنَّ حركتها فيه إلى جهة المشرق دائماً م ١٠ ظ لتأخرها عن الجزء الذي يتوسط معها من المعدل في كل يوم نحو المشرق على توالي البروج. فحركتها فيه إلى التوالي لأنها لو تحركت بحركتها الخاصة إلى خلاف التوالي لكان يعرض أنَّ الشمس إذا تحركت في اليوم الواحد بحركة المعدل فأدارها دورة تامة وقطعت الشمس في فلك البروج بحركتها مثلاً قوساً ما نحو المغرب لكانت ترى كل يوم /متقدمة نحو المغرب، ١٠٣ و فيكون اليوم الواحد بليلته ينقص عن دورة معدل النهار بقدر القوس التي قطعتها الشمس بالتقريب؛ وكان يُرى قطعها البروج على خلاف التوالي لأنَّ توالي البروج بالاصطلاح من المغرب إلى المشرق، فتكون بنقلتها من الحمل إلى الحوت. والوجود بخلاف ذلك، فبطل قولهم.

وأمّا إذا فرضنا أنَّ حركة فلك الشمس إلى جهة المشرق وأنَّ الفلك الأول يحركها بالعرض إلى جهة المغرب، فإنَّ الأمر على هذا الوجه وحده يستقيم. لأنَّ الكوكب متى تحرك بالحركة اليومية †السريعة في اليوم بليلته دورة تامة، وهذه الحركة توجد أبداً للكوكب إمّا على منطقة الحركة اليومية† وإمّا على دائرة موازية لها، ويتحرك بحركته الخاصة له على منطقة فلكه إلى خلاف جهة الحركة اليومية، أعني إلى المشرق، فيُرى الكوكب حين تكمل حركة المعدل الدورة التامة قد تحرك نحو المغرب دورة إلاّ قدرَ حركته الخاصة به. وذلك أنَّ الكوكب كل يوم يتأخر فلا يكون تأخره على دائرة من الدوائر اليومية، بل على دائرة مقاطعة لمنطقة الحركة اليومية، فينتقل بهذه الحركة عن الدائرة الموازية التي كان متحركاً عليها في ذلك اليوم إلى غيرها؛ وذلك في اليوم الواحد قد لا يكون محسوساً لقلته في بعض الكواكب. لكن فيما يكثر من الأيام وعند إتمام دورته الخاصة به يظهر ظهوراً بيّناً؛ والوجود كذلك.

فقد تبين ممّا قلنا ان جهات الحركات اللواتي في السماء اثنتان - والمراد بهما ههنا المشرق والمغرب: وهما الجهتان اللتان تتحرك الأفلاك نحوهما حركة أولية. وذلك ما أردنا أن نبين.

---

١٦ - يحركها: بحركتها في م.
١٨، ١٩ - †...† سقطت في م.
٢٠ - جهة: الجهة في بر.
٢٦ - ممّا: بما في م، اللواتي: التي في بر وقد صححت على الهامش.

فصل: في قدر المسكون من الأرض وجهة ذلك وقسمته إلى أقاليم سبعة.

نتوهّم دائرة معدل النهار قاطعة لكرة العالم، فتقسم الأرض بنصفين لأنّها تمرّ بمركز الأرض. ويسمّى هذا الفصل في كرة الأرض خط الإستواء. وسمّي بذلك لتعادل النهار والليل فيه دائماً. فالنصف من الأرض والسماء الذي يلي القطب الشمالي، وهو الذي يدور حوله ⌝كوكب الجدي وبنات نعش، يسمّى شماليًا. والنصف الآخر يسمّى الجنوبي. م ١١ و

فإذا توهّمت دائرة أخرى عظيمة من الدوائر القائمة على الدائرة الأولى مارّة بقطبيها وبسمت رؤوس أهل المساكن الذين في طرف المسكون من ناحية المغرب من الأرض ـ وهي الأفق الحقيقي للقبّة، والقبّة موضع في خط الاستواء متوسط بين طرفي العمارة في جهتي المغرب والمشرق، وتسمّى أيضاً بقبة †أرين ـ وهذه الدائرة تفصل كل واحد من نصفي الأرض المذكورين بنصفين، فيُقسم بسيط† الأرض بهاتين الدائرتين بأربعة أقسام متساوية.

فالمسكون منها بعض أحد الربعين الشماليين ويسير مما يليه من الربع الجنوبي. فأما طول هذا المسكون فعُلم قدره من تواريخ كانت لأرصاد كسوفات قمرية بأعيانها في زمان بعينه لحالة بعينها. /وقد أثبتها من كان في أقاصي المشرق متقدمة على ما أثبته من كان في أقاصي ١٠٣ ظ المغرب باثنتي عشرة ساعة مستوية لا يزيدون على ذلك. وفي هذا القدر من الزمان يدور من المعدل ماية وثمانون درجة. ويوازيها من خط الاستواء مثل ذلك. وهذا هو غاية البعد المسمّى طولاً.

وأما العرض فقد أخبر بطلميوس في جغرافيا أنّ أوله من جهة الجنوب حيث يكون ارتفاع القطب الجنوبي يو درجة، وآخره في الشمال حيث يكون ارتفاع القطب الشمالي سو درجة. ولم تكن نهاية الأرض في الجنوب عنده معلومة حين صنّف كتاب المجسطي لأنه يقول فيه: «أما أنّ في خط الاستواء مساكن فإنّه لم يصلنا إلى هذه الغاية من ثَمّ أحدٌ؛ فقولنا إنّه

---

٨ ـ رؤوس: رؤوس في م وروس في بت.
١٠، ١١ ـ †. . . † على هامش بت.
١٥ ـ اثنتي عشرة: اثني في بت وعشر في بت و م.
١٦ ـ غاية: غايت في م.
٢٠ ـ الأرض: العرض م.
٢١ ـ أمّا. . . : «فأمّا العلم بأن ما تحت هذا الخط مسكوناً (كذا) فلسنا نجد بذلك علماً، لأنه لم يسلكها أحد ممّن في بلادنا المسكونة إلى يومنا هذا». مجسطي، مب ٧٤٧٤ ص ٣٢ و، با ٢١ ويختلف بعض الشيء عن هذا النص. هذه: هذا في م و بت.

١٠٣ ظ

معمورٌ أو ليس بمعمور إنّما يجري مجرى الحدس». وقال أيضاً: «إنَّ ظلّ المقاييس في كل موضع مسكون من الأرض عند استواء الليل والنهار يقع في أنصاف النهار إلى ناحية الشمال أبداً، ولا يقع أصلاً إلى ناحية الجنوب».

فأمّا قسمة الأقاليم فإنّه قسم النصف الشمالي المحتوي على المسكون من الأرض بدوائر موازية لخط الاستواء. فانقسم سطح الأرض بمنشورات متوازية السطوح. فالمعمور من هذه المناشير أنصافها من الجهة التي للقطب الشمالي ارتفاع عليها. وهي متفاوتة في الأطوال لأنَّ الذي يلي خط الاستواء، وهو أعظم الدوائر، يكون أعظمها طولاً، ثم الذي يليه. وهكذا تتفاوت في أنفسها في الطول. فيكون طول الاقليم الواحد من جهته الجنوبية أعظم من طوله من جهته الشمالية. ⌐وأقصرها طولاً الجانب الذي يلي الشكل الطبلي، أعني الذي لا عمارة فيه م ١١ ظ
ممّا يلي القطب الشمالي.

فما كان من المساكن على خط الاستواء قيل لها مساكن الكرة المنتصبة، لأنَّ فلك معدّل النهار والدوائر الموازية له كلّها قائمة على آفاق مساكن هذا الخط. وما عدا هذه المساكن ليس كذلك، ويقال لها مساكن الكرة المائلة. ولآفاقهم آفاق مائلة لميل المعدّل عن سمت رؤوس سكّانها. فبقدر ميل المعدّل عن آفاقهم يكون ارتفاع قطبه عنها، وكذلك يكون ميل الدوائر الموازية له عن آفاقهم.

[فصل]: ولنصف أشياء يحتاج إلى ذكرها فيما بعدُ لئلاّ يكرّر القول فيها.

فمن ذلك الساعات المستوية، وهي التي لا تطول بطول النهار ولا تقصر بقِصَره ـ ومقدار كل ساعة منها خمس عشرة درجة ودقيقتان ونصف بالتقريب ـ والزمانيّة، وهي المعوجّة، وهي جزء من اثني عشر جزءاً من قوس النهار أو الليل.

وقوس النهار هي القوس التي من معدل النهار تدور مع الشمس من حين طلوعها إلى حين غروبها. وقوس الليل هو الباقي من ثلثمائة وستين درجة من معدّل النهار. وهذه تطول

---

١ ـ إنَّ ظلّ. . . : «ظل المقاييس التي يقاس بها في اعتدال النهار وفي انصاف النهار في كل موضع يكون ميل الظل إلى الشمال ولا يميل إلى الجنوب أبداً». قابل مب ٧٤٧٤ ص ٢٤و، وبا١٧و حيث النص الحرفي لما ورد هنا.

١٣ ـ رؤوس: رؤس في بر، روس في م.

١٥ ـ الموازية: المتوازية في بر.

١٨ ـ التي: على هامش بر.

٢١ ـ خمس عشرة: خمسة عشر في جميع النسخ.

وتقصر مع الأيام. /ولمّا كان اليوم بليلته مقسوماً بكل واحد من صنفي الساعات بأربع ١٠٤ و وعشرين ساعة وجب أن تكون كل ساعتين نهارية وليلية زمانيتين مساويتين لساعتين مستويتين. وإذا قلنا ساعة أو ساعات فإنما نعني به المستوية في هذا الكتاب لا الزمانية.

ومن ذلك الطول وهو بعد المسكن عن أفق القبة أعني دائرة نصف النهار لأقصى المساكن في جهة المغرب، ويسمّى طول البلد. ويقال هو قوس من دائرة معدل النهار فيما بين دائرة نصف نهار البلد وبين نصف نهار أقصى المساكن من المغرب. وإنما جعل بطلميوس بدأ مقدار الطول من جهة المغرب لكون الواصلين إلى الاسكندرية من جهة المغرب أكثر من الواصلين من جهة المشرق، فكان بعد هذا الطرف عنده أكثر تحقيقاً من بعد الطرف الشرقي لكثرة الواصلين منه. وإلاّ فالشرق أشرف من الغرب.

ومن ذلك العرض وهو بعد المسكن عن خط الاستواء، ويسمّى عرض البلد، وهو قوس من دائرة على ⌝بسيط الأرض تحدث من قطع دائرة نصف النهار لكرة الأرض فيما بين م ١٢ و خط الاستواء ووسط البلد، وهي شبيهة بالقوس التي تنفصل من دائرة نصف النهار فيما بين نقطة سمت الرأس ومعدل النهار. وهذه القوس مساوية لارتفاع أحد قطبي معدل النهار عن أفق البلد. ونقطة سمت الرأس هي قطب دائرة الأفق، وهي منتصف النصف الظاهر من دائرة نصف النهار.

ودائرة نصف النهار هي الدائرة العظيمة القائمة على الأفق المارة بقطبي معدل النهار وسمت الرأس. والفصل المشترك بين هذه الدائرة ودائرة الأفق هو خط نصف النهار؛ طرفاه هما نقطتا الشمال والجنوب. وبهذه الدائرة تنفصل القسي التي فوق الأفق والتي تحته من المدارات اليومية، وهي معدل النهار والموازية له، بنصفين نصفين لأنها تمرّ بقطبي الدوائر المتوازية وقطبي الأفق. فلذلك إذا بلغت الشمس إلى النصف الظاهر منها انتصف النهار. وإذا وصلت إلى النصف الخفي منها انتصف الليل. وكذلك يقال في الكواكب أيضاً. ولهذا المعنى سمّيت دائرة نصف النهار. وهي أيضاً بنصف القوس من دائرة الأفق التي فيما بين مطلع الكوكب ومغربه.

ومن ذلك دائرة الارتفاع وتسمى أيضاً دائرة السمت وهي دائرة عظيمة في كرة السماء تمرّ بسمت الرأس وبطرف الخط المُخرج من مركز العالم إلى مركز الكوكب المطلوب ارتفاعه

---

١ ـ ولمّا: مكررة في بر. بأربع: بأربعة في جميع النسخ.
٦ ـ بدأ: بدو في بر وم.
١٣ ـ لارتفاع: لا ارتفاع في بر.
١٧ ـ طرفاه: وطرفاه في م.
١٨ ـ نقطتا: نقطتي في بر وم.
٢١ ـ النصف: النصفي في بر.

ثم إلى محيط الفلك الأعلى. وهي قائمة على دائرة الأفق على زوايا قائمة. وسمّيت دائرة الارتفاع لأنّ قوس الارتفاع مأخوذة منها. والارتفاع في الحقيقة هو العمود المخرج من مركز الكوكب على سطح الأفق. وهو جيب قوس موازية لقوس الارتفاع، أعني القوس المنفصلة من دائرة الارتفاع / فيما بين طرف الخط المستقيم المار بمركز العالم وبمركز الكوكب وبين الأفق. وسميت بدائرة السمت أيضاً لأنّها تمر بنقطة سمت الرأس. والفصل المشترك بينها وبين الأفق ١٠٤ ظ يسمّى خط السمت. وطرفاه هما نقطتا السمت. وفي مذهبي أنّه كان من الأولى والأشبه أن تسمّى دوائر الارتفاع الدوائر المخطوطة على قطب الأفق، أعني سمت الرأس، وببعد طرف الخط المستقيم الخارج من مركز العالم المارّ بمركز الكوكب. فإنّ هذه الدوائر التي قطبها سمت الرأس ⌐ بعضها أرفع من بعض. والكوكب في ارتفاعه يرتقي من أخفضها، وهي دائرة م ١٢ ظ الأفق، وينتهي إلى أعلى منها، وهي ما قرب من سمت الرأس. وهذه الدوائر هي التي يسمّونها دوائر المقنطرات. ويبقى اسم الدوائر السمتية على الدوائر المارّة بسمت الرأس.

ومن الدوائر السمتية دائرة أول السموت، وتسمّى التي لا سمت لها. وهي دائرة عظيمة تمرّ بسمت الرأس وبقطبي دائرة نصف النهار قائمة على الأفق. ويقال للفصل المشترك بين هذه الدائرة ودائرة الأفق خط المشرق والمغرب، وطرفي هذا الخط نقطتي المشرق والمغرب.

وقوس السمت قوس من دائرة الأفق فيما بين نقطتي الشمال والجنوب وبين نقطتي التقاطع بين الأفق ودائرة السمت. ومنهم من فسّرها بالقوس التي من الأفق فيما بين دائرة الارتفاع ونقطة المشرق أو المغرب.

ومن ذلك الميل الأول وهو قوس فيما بين فلك البروج والمعدل من ربع دائرة عظيمة تمر بقطب المعدل وتقطع فلك البروج. والميل الثاني هو قوس فيما بين فلك البروج والمعدل من ربع دائرة تمر بقطب البروج وتقطع المعدّل. فالمنفصل من الدائرة المارّة بالأقطاب الأربعة فيما بين فلك البروج والمعدل هو الميل الكلي، ويسمّى الميل الأعظم، وهو ميل أول وثان باعتبارين. وإذا نقص الميل من تسعين يقال للباقي تمام الميل.

ومن ذلك الظل الأول والثاني. أمّا الأول فهو ظل مقياس يكون مع الشمس في سطح دائرة السمت، ويكون المقياس موازياً للأفق، أعني لخط السمت، وقائماً على سطح، وذلك السطح قائم على دائرتي الأفق والسمت المذكورتين على زوايا قائمة. وسمّي أولاً لأنّه يبدو

---

٦ - نقطتا: نقطتي في ب و م.

١٤ - طرفي... نقطتي: أي [يقال... لـ] طرفي... نقطتي.

١٦ - نقطتي: نقطة في م.

١٧ - السمت: الارتفاع في م بعد تصحيح السمت.

٢٣ - للباقي: الباقي في م.

حين يرتفع مركز الشمس عن الأفق ولم يكن موجوداً قبل. ثم يتزايد من حين ترتفع الشمس، وتنتهي زيادته عند غاية ارتفاعها. وهذا الظل يكون قائماً على الأفق على زوايا قائمة ورأسه مما يلي الأفق، فلذلك سمّي منكوساً ومنتصباً.

وأمّا الظل المبسوط وهو الثاني فإنّه ظل مقياس قائم على بسيط الأفق على زوايا قائمة ويكون ظله عند طلوع الشمس في غاية الطول، وكلما ارتفعت الشمس نقص. وغاية قصره عند غاية ارتفاع الشمس. ولأن هذا الظل يكون ممتداً على سطح مستوٍ موازٍ للأفق الحقي سمّي مبسوطاً لانبساطه على وجه الأفق الحسي. وهذا السطح ثابت بخلاف السطح الذي يقع عليه ⌐الظل الأول. /وهذان الظلان يكونان على الفصل المشترك للسطح الذي فيه الظل وسطح دائرة السمت. م ١٣ و - ١٠٥ و

والظل أبداً بقدر مما قدر به المقياس. وجاري العادة أن يقسم المقياس إما إلى سبعة أقسام أو ستة ونصف وتسمّى أقداماً أو إلى اثني عشر قسماً وتسمّى أصابعاً أو إلى ستين قسماً وتسمّى أجزاءً. وإذا قلنا الظل كذا فإنّما نعني به من الأجزاء التي يقسم بها المقياس ستين جزءاً، لأنّا في هذا الكتاب إنّما نستعمل لأجزاء الستين لا غيرها. وإذا أطلقنا لفظة الظل فإنّما نريد به الظل الثاني في نصف النهار عند غاية ارتفاع الشمس في ذلك اليوم. وجهتا الظلّ إنّما نريد بهما جهة الشمال وجهة الجنوب. ونقتصر من ذكر الاظلال على أظلال أوائل الفصول الأربعة في الأقاليم السبعة، فإنّا نكتفي بها في هذا الكتاب.

فصل: قِسمَة الأقاليم عَلى رأي الفَاضِل بَطلميُوس.

ونذكر قسمة الأقاليم على رأي الفاضل بطلميوس ونذكر من خواصّها ما كان أعظم فائدة وأعمّ نفعاً. ونأخذ بذلك في أوائلها وأوساطها وأواخرها، ونجعل ذلك في جدول ليكون أجمع تحت البصر وأسهل مراماً عند انتزاعه وعند قياس بعضها ببعض وأكثر اختصاراً.

فنبدأ بذكر الاقليم الأوّل، ونتلوه بما بَعده من الأقاليم في جهة الشمال. ونذكر من بعض مشاهير المدن ما كان منها على الفصول المشتركة بين الإقليمين أو كان على الخط الذي يقسم عرض الاقليم بنصفين، فإنّ كتابنا هذا لا يتّسع لذكر جميع المدن التي في الأقاليم والتي هي خارجة عنها، وشرح أطوالها وعروضها؛ فنقسم الجدول إلى ثمانية أقسام طولاً وثمانية عرضاً. فنضع في الصف الأول من صفوف الطول مبادىء الأقاليم وأوساطها وأواخرها، وفي

---

٦ - الحقي: الحقيقي في م.
١٢ - بها: به في بر.

جدول الأقاليم السبعة	ساعات أطول نهارها	أبعادها عن المعدل	ظل المنقلب الصيفي	ظل الاستوائين في انصاف النهار	ظل المنقلب الشتوي	جهات الظل في الاقاليم	أسماء المدن التي في أوساط الأقاليم وفصولها
	ج ق	ج ق	ج ق	ج ق	ج ق		
أول الاقليم وسطه آخره	يب مه يج ح	يب ل يوكز[2]	يب م ز مه جنوب	يج كـ يز مه شمال	مد ي ن نا شمال	ظلها ذو جهتين	حضرموت[1] جابتري عن جنبتي أول الجدي قوس ظلها شمال ريد [3] امبرس على البحر قوس ظلها شمال رصح [4]
أول الثاني وسطه آخره	يج يه يج ل	كـ يد كج نا	جـ مه جنوب ح ح لا ظل له	كب ي كو ل شمال	يح[5] ي سه ن شمال	الظل ذو جهتين ظلها ذو جهة واحدة	النيرون قاف ودلاص
أول الثالث وسطه آخره	يج مه يد ح	كز يب ل لب	ج ل ون	ل ن له ه	عد ي فج[6] ه	الظل فيها واحد الى الشمال فقط	القندهار واسكندرية قيسرية على البحر ودمشق وبغداد.
اول الرابع وسطه آخره	يد يه يد ل	لج يج لو ح	ي ح يب يه[7]	لط ل مج لو	صج ه قج[8] كـ	الظل فيها إلى الشمال فقط	الرقة ونصيبين وجزيرة ورودس ونهاوند وهمذان
أول الخامس	يد مه يه ح	لح له م نو	يه مه يح ل	مو ن نب ي	قيد نه قكز ن	الظل فيها إلى الشمال فقط	بلخ وملطيه وشمشاط فارياق وورومية منطا[9] بردعة

أول السادس وسطه آخره	يه يه يه ل	مج يه مه ا	كـ ن كج يه	نه نه س ح	قم يه قنه ه	الظل فيها إلى الشمال فقط	قسطنطينية أماسيا
أول السابع وسطه آخره	يه مه يو ح يو يه	مز[10] نا مح لب ن يه	كه ل كز ل كط له	سج نه سز ن عا م	قنا ل قفح ن رك كـ	الظل فيها إلى الشمال	سينستان هرقلة ايبردوين[11] انقرة فطرندا ايرينيه على البحر

هوامش جدول الأقاليم

١ ـ م: يو

٢ ـ على هامش بر و م: «القوس التي إذا كانت الشمس فيها كان ظل المقياس في الجنوب [م: في جهة الجنوب] هي الأجزاء الباقية لتمام الدائرة على جنبتي أول السرطان قيه كـ [س ح سب أضيفت في بر فقط]. أما م فتضيف قرب حضرموت: «القوس التي ظلها شمال عن جنبتي الجدي دمدم».

٣ ـ م: «رع تمام الدور ص ح».

٤ ـ م تضيف: «تمام الدور سب ح».

٥ ـ م: نح

٦ ـ م: يح.

٧ ـ م ـ نه.

٨ ـ م: فج.

٩ ـ وقد تكون ميطيا.

١٠ ـ م: مو.

١١ ـ لقد سقط نقط هذه الكلمة في كلتا النسختين، وقد تختلف القراءة عن التي اثبتناها هنا.

الصف الثاني منها ساعات النهار الأطول لكل إقليم بإزائه، وفي الثالث عروض الأقاليم، وفي الرابع ظل المنقلب الصيفي، وفي الخامس ظل الاستوائين، وفي السادس ظل المنقلب الشتوي، وفي السابع جهتي الظل فيها. ونضع في الصف الثامن أسماء المدن التي على فصول الأقاليم المشتركة لمباديها وأواخرها والمدن التي على الخطوط التي تقسم عروضها بنصفين.

وقد قسم بطلميوس بعض الربع المسكون في عرضه الآخذ من الجنوب إلى الشمال سبعة أقسام. فجعل كل واحد منها آخذاً في الطول من المغرب إلى المشرق⌉ في كمال المعمور. م - ١٣ ظ وترك خط الاستواء وما يليه في الجنوب وشيئاً مما يليه من الشمال. والجانب الشمالي من الربع المسكون لم يجعله من الأقاليم السبعة. وأظن إنَّما لم يُدخل ذلك في الأقاليم لقلة العمارة فيها فلم يعبأ بها. وسمّى الإقليم الذي يلي خط الاستواء الاقليم الأول، وتلاه بالثاني، وعلى هذا فيكون الاقليم السابع آخرها من جهة الشمال.

/ وإذا قد أتينا على ذكر الأقاليم فلنذكر ما بعدها مما يلي الشمال. وبعد الأقاليم السبعة م ١٤ و- ١٠٥ ظ في الشمال مساكن تعرف ببرطانيا الكبرى. وبُعدها في الشمال نه جزءاً وأطول نهار فيها يز ساعة وربع. وظل المنقلب الصيفي لويه. وظل الاستوائين فه م وظل المنقلب الشتوي شد ل.

وبعد هذه مواضع يكون بُعدها عن خط الاستواء نح وهي جنوب برطانيا الصغرى. وطول النهار فيها يح ساعة وظل المنقلب الصيفي م م وظل الحمل صو وظل الجدي تيط.

وبعد هذه مواضع يكون بعدها عن خط الاستواء سب، † تمر بشمال برطانيا الصغرى†، ونهارها الأطول يط ل ساعة.

وبعد هذه مواضع يكون بعدها عن خط الاستواء سه ل ونهارها الأطول كب ساعة.

وإنَّما لم نذكر مقادير الأظلال في هذين الموضعين وما بعدهما لقلة الاهتمام بها. وبعد

---

٧ - شيئاً: شياء في بر.
٩ - يعبأ: يعباء في بر.
١٢ - نهار: النهار في بر وم.
١٦ - صو: ص ل في بر.
١٧ - تيط: تيط ه في المجسطي، نسخة الحجاج: سبعة وتسعون جزءاً، مب ٧٤٧٤ ص ٣٦ ظ.
١٨، ١٩ - †...†: على هامش بر.
٢٠ - سه ل: سد في بر، سه في م والأصح كما في المجسطي سه ل، بـا ورقة ٢٤و. الأطول: الأول في بر.

هذه المواضع مواضع يكون بعدها عن خط الاستواء سوي يبلغ النهار فيها عند نزول الشمس أول السرطان كد ساعة، لا ليل فيها ذلك اليوم. وعند نزولها رأس الجدي عكس ذلك. وعندها ينتهي المسكون من الأرض في جهة الشمال. وفي هذا المكان تنطبق دائرة البروج على الأفق / حين ينطبق قطب دائرة البروج على نقطة سمت الرأس وهي قطب الأفق. وحينئذ ١٠٦ و يكون مبدأ الحمل على نقطة المشرق، وهي النقطة التي يتقاطع عليها الأفق ومعدل النهار. ونظير هذه النقطة هي التي يقال لها نقطة المغرب، فيكون عليها مبدأ الميزان. ويصير مبدأ السرطان على نقطة الشمال وهي التي تتقاطع عليها دائرة الأفق ونصف النهار. ونظير هذه النقطة نقطة الجنوب، فيكون عليها رأس الجدي.

ولأنّ قطب البروج إذا انطبق على قطب الأفق يزول عنه بسرعة بحركة الفلك الأعلى، فإذا زال قطب البروج عن سمت الرأس ارتفعت من جهة المشرق ستة بروج دفعة واحدة بغير مطالع، وانحط من المغرب ستة بروج بلا مغارب، لأنّ من ضرورة التقاطع بين الدوائر العظام في الكرة أن تقسم كل واحدة منها الأخرى بنصفين، فيكون تقاطع البروج مع الأفق ⌐ على نقطتي المنقلبين بالتقريب، وتقاطع الأفق مع البروج على نقطتي الشمال والجنوب. م ١٤ ظ

وفي هذا الموضع تصير سعة المشارق للبروج الستة ماية وثمانين جزءاً، والمغارب كذلك. ويكون للبروج الستة التي لا مطالع لها في هذا المكان هي التي من أول الجدي إلى آخر الجوزاء، والستة التي لا مغارب لها هي التي من أول السرطان إلى آخر القوس.

والمطالع هي أجزاء من معدل النهار تطلع مع أجزاء من فلك البروج من أفق المشرق حين يبتدىء أول قوسين منهما من المشرق إلى حين يصير آخرهما على أفق المشرق. والمغارب على نحو ذلك.

وأما أطراف أظلال المقاييس، وينبغي أن تعلم أنّا إذا قلنا طرف الظل فإنّا إنّما نريد بذلك النقطة التي هي تقاطع الأفق والخط المخرج من مركز الشمس المار برأس المقياس إلى الأفق، فمن خط الاستواء إلى هذا المكان تفعل في كل يوم القطوع الزائدة المتقابلة. فتكون القطوع التي تفعلها وهي في البروج الجنوبية مقابلة للتي تفعلها وهي في البروج الشمالية، خلا يومي الاعتدالين فإنّها تفعل فيها الخط المستقيم وهو السهم القائم للقطوع المذكورة. ويكون في رأس السرطان في هذا العرض فقط أعني تمام الميل الكلي يفعل القطع المكافىء.

---

١ - سوي : كذا في بر وم ونسخة الحجاج مب ٧٤٧٤ ص ٣٧و، غير أنها سول في با ص ٢٤و وسوح م في نص المجسطي المطبوع Man.I,p.78.
٩ - بسرعة: يسرعه في م.
١٢ - تقسم: نقسم في م وحرف المضارع غير منقوط في بر. واحدة: واحد في بر وم.
١٤ - وثمانين: وثمانون في بر وم.
١٦ - والستة: واالستة في بر.

وبعد هذه مـواضع يكـون بُعدهـا عن خط الاستواء سـز جزءاً وربـع جزء. وتكـون الدائرة الموازية التي تماس الأفق فيها، أعني الأبدية الظهور، تحوز من فلك البروج في داخلها قوساً يتوسطها المنقلب الصيفي مقدارها ثلثون جـزءاً بالتقـريب. ويكون ظـل المقاييس فيهـا على ما سبق: متى كانت الشمس على القـوس التي يكون لهـا فيها طلوع وغـروب فإنَّ طـرف الظل يفعل القطوع الزائـدة، ومتى بلغت طرف القـوس التي تكون فيهـا أبديـة الظهـور فإنَّ أظلال / المقاييس تفعل القطع المكافىء، وكذلك إذا بلغت آخر هـذه القوس. وفي بـاقي هذه [١٠٦ ظ] القوس يكون ظل المقاييس في هذه المواضع دائراً متصلاً إهليلجي الشكل وهو المسمّى قطعـاً نـاقصاً. ويكـون النهار متصـلاً مستمراً مـا دامت الشمس في القـوس التي جـازتهـا الـدائـرة ⌐الموازية الأبدية الظهور. فيكون مقداره في هذا الموضع شهراً واحداً بالتقـريب لا ليل فيـه. [م ١٥ و] وكذلك يكون الليل إذا كانت في القوس المقابلة لهذه.

وبعد هذه مواضع يكون بُعدها عن خط الاستواء سط ل يدوم النهار فيهـا منذ تنـزل الشمس أول الجـوزاء إلى حـين تبلغ آخـر السرطـان، وذلـك قـريب من شهـرين. وأظـلال المقاييس في هذه المواضع على النهج الذي مرَّ في المواضع المذكورة قبلُ.

وبعد هذه مـواضع يكـون بعدهـا عن خط الاستواء عـح كـ ويمتد النهـار فيها أربعـة أشهر والليل مثل ذلك تقريباً.

وبعد هذه مـوضع واحـد يكون بعـده عن خط الاستواء تسعـين جزءاً، فيكـون قطب العالم الشمالي منطبقاً على قطب الأفق فيه، وتكون دائرة معدل النهار منطبقة على دائرة الأفق، فهناك يكون النهار ممتداً قريباً من ستة أشهر وسبعة أيام وذلك قفز والليل قعح يـومـاً وربـع بالتقريب. وتكون السنة كلها يوماً واحداً بليلتـه، لأنَّ الشمس ما دامت في الـبروج الشماليـة من معـدل النهار تكـون فوق الأرض؛ وإذا صـارت إلى البروج الجنـوبيَّة تكـون تحت الأفق. وأظلال المقاييس في هذا الموضع تفعل دوائر تامّة متوازية بالتقـريب، تكون عـلى مركـز واحد هـو مـركـز أصـل المقيـاس، بعضهـا داخـل بعض؛ وأصغـرهـا إذا كـانت الشمس في أول السرطان، وأعظمها إذا صارت في أواخر السنبلة أو أوائل الحمل. فالظلّ إذاً يفعل الأشكـال ذوات النظام الأربعة: وهي الدائرة، والقطع الزائد، والمكافىء، والناقص ـ وهي التي يلزمها

---

١ ـ بُعـدها: عـلى هامش بر، وقـد سقطت من م. سـز جزءاً وربـع جزء: لم تـرد في نص المجسطي والأرجح أنها سوء فهم و «سز، خمسة عشر جزءاً...» كما في نسخة إسحاق ـ ثابت.

٢ ـ تحوز: غير منقوطة في بر و م.

٦ ـ هذه: على هامش بر.

٩ ـ هذا: هذه في بر.

١٧ ـ قطب: على هامش بر.

خواصّ لا توجد في غيرها - ويفعل الخط المستقيم. وليس في الخطوط ما له نظام غير هذه أو ما يتركّب منها.

[ ] فصل: في مقدار اليوم بليلته.

اليوم بليلته اسم يقال على معنيين: حقيقيّ ووسط. فالحقيقيُّ هو زمان متّصل من حين تفارق الشمس نصفاً من دائرة عظيمة تُتوهم ثابتة إلى حين ترجع إليه - وهو دورة واحدة لمعدّل النهار - وما يجوز من المعدّل على ذلك النصف مع القوس التي تقطعها الشمس بحركتها الخاصة في الزمان الذي تعود فيه إلى ذلك النصف بعينه. ⌝والوسط هو دورة لمعدل م ١٥ ظ النهار وقوس منه مساوية لحركة الشمس الوسطى في اليوم الواحد الوسط وهي ō نط ح يز. ومبدأ اليوم الحقيقي مختلف عند الأمم. فأمّا اليوم عند القدماء فمبدأه من حين تطلع الشمس إلى مثله. وأمّا أصحاب الرصد وواضعو الزيجات فإن مبادىء أيامهم لإثبات / أوساط ١٠٧ و الكواكب من توسط مركز الشمس السماء. وذلك من حين تصير على دائرة نصف النهار فوق الأفق إلى مثله. وأمّا عند العرب فمن غروب الشمس إلى مثله. وعند أهل المشرق من نصف الليل إلى مثله. وأمّا مقدار اليوم عند الجميع فيكاد أنّ يكون متساوياً لولا اختلاف مطالع سير الشمس ليوم واحد ومغاربه اللازم من اختلاف مبادىء الأيام واختلاف ميول الآفاق. ولأنَّ الخلاف في مطالع مسير الشمس في اليوم الواحد إذا أخذ من الأفق في المواضع المختلفة يكون متفاوتاً وتفاوته متفنناً يعسر ضبطه وتحقيقه، فلهذا اختار المنجمون جعل مبدأ الأيام من نصف النهار إلى نصف النهار. وإذا أطلقوا اليوم فإنما يريدون به اليوم بليلته، وكذلك الأيام. ويعنون بالنهار الزمان الذي من طلوع الشمس إلى غروبها.

وأمّا الأيام التي جعلت مباديها من الأفق الغربي أو الشرقي فإنَّ الاختلاف في المساكن التي تتفق في العرض فقط إنما يكون في مباديها فقط، وذلك بقدر ما بين الطولين فقط. والمختلفة في العرض فقط تختلف أيامها في المبادىء، وذلك ظاهر، وفي المقدار أيضاً لاختلاف مطالع مسير الشمس في اليوم الواحد في الموضعين. والمختلفة في الطول والعرض

---

٦ - يجوز: تجوز في بر وغير منقوطة في م.

٩ - مبدأ: على هامش م عنونت هذه الفقرة على أنّها: «تقرير الخلاف في مبدأ اليوم».

١٠ - واضعو: واضعي في بر و م.

١٦ - متفنناً: متفناً في بر وغير منقوطة في م.

١٨ - الشمس: على هامش بر.

١٩ - الاختلاف: اختلاف في م.

٢٢ - والمختلفة. . . : سها الناسخ في م فاعاد كتابة الجملة السابقة هنا: «والمختلفة في الطول ظاهر وفي المقدار. . . الموضعين».

معاً يكون اختلاف الأيام فيها مركباً من مجموع الاختلافين المذكورين.

وأيضاً فإنَّ مبادىء الأيام في المساكن لا يكون في وقت واحد. فإن طلوع الشمس في المساكن المتساوية في الطول التي هي أميل إلى الشمال، حين تكون الشمس في الشمال عن معدل النهار، قبل طلوعها على المساكن التي هي أقل ميلاً. وتكون مطالع القوس التي تسيرها الشمس فيها ⌉إن كانت في النصف الذي عن جنبتي الاعتدال الربيعي أقل من مطالعها في م١٦ و المساكن التي هي أقل ميلاً منها ومغاربها أكثر. والتفاوت بين أيام هذه المساكن وبين الأيام الوسطى يكون بقدر زيادة نهارهم الأطول على النهار المعتدل. وبالعكس من ذلك حين تكون الشمس في النصف المقابل له.

وليتصوّر في المساكن الجنوبية عكس ذلك. ويزداد هذا الاختلاف بكثرة العروض. ويكون الاختلاف في المساكن المختلفة في الطول والعرض مثل ذلك وزيادة، وهي كون الشمس لا تكون على دائرة نصف النهار فيها في وقت واحد فتختلف مبادىء الأيام فيها اختلافاً متفنناً.

فأمّا الذين جعلوا مبادىء أيامهم من حين تكون الشمس على دائرة نصف النهار، فإنَّ مبادئها في البلدان المتفقة في الطول لا يكون بينها اختلاف أصلاً. وأما اختلاف مبادىء الأيام في البلاد المختلفة في الطول فقط والمختلفة في الطول والعرض معاً فإنَّ اختلافها على هذا الرأي إنما يكون بقدر التفاوت في الطولين فقط. فتكون الأيام المأخوذة مبادئها من نصف النهار لا تخالف الحقيقية منها الوسطى إلّا بقدر مخالفة مطالع مقوم مسير الشمس بخط الاستواء /لحركتها الوسطى فقط، وغايته نصف ساعة ونصف تسع ساعة مستوية. ١٠٧ ظ

ولمّا كانت الأيام الحقيقية تخالف الأيام الوسطى، وقد تبين أنَّ مخالفة الأيام التي مبادئها من وسط السماء أقل من مخالفة الأيام التي مبادئها من الأفق، فلذلك اختار المعتنون بحساب حركات الكواكب أن جعلوا مبادىء أيامهم من حين زوال مركز الشمس عن دائرة نصف النهار.

وأمّا الأوائل فكانوا يقدمون النهار على الليل لشرف النهار، فجعلوا مبادىء أيامهم من طلوع الشمس من المشرق إلى طلوعها منه ثانياً، وكذلك مبادىء الشهور والسنين عندهم.

---

١ - معاً: على هامش بر. مركباً: مركب في بر و م.
٦ - ميلاً: ميل في بر و م.
٧ - زيادة: زيادته في م.
١٠ - المختلفة في: على هامش بر.
١٢ - متفنناً: متفناً في بر ومتفتا في م.
١٤، ١٥ - الطول: م تضيف «أن» وعلامة خطأ «خ» فوق السطر.
١٥ - في الطول: على هامش بر.

١٠٧ ظ

وأمّا العرب فإنّه لمّا لم يكن عندهم عناية كثيرة بحساب النجوم وكانت الشهور القمرية عندهم أبين وأشهر من الشهور الرومية وغيرها، وكان مبدأ الشهر عندهم أول رؤية الهلال في أفق المغرب بالعشي بعد اجتماعه بالشمس، وكذلك مبدأ السنة القمرية عندهم أيضاً، فجعلوا مبدأ تلك الليلة مبدأ اليوم، وتلوها بالنهار الذي هو صبيحتها ⌉ وكذلك تلوه بسائر م ١٦ ظ
الأيام من بعدُ. فهذا التعليل ممّا يشبه أن يكون سبباً لاختلاف مبادىء الأيام عند الناس والله أعلم.

فصل : في معرفة موضع الكوكب من فلك البروج وكيفيّة حركته فيه ويسمّى درجة الطّول للكوكب وبعده عنه في جهتي الشمال والجنوب ويسمّى عرض الكوكب.

أمّا متى كان الكوكب في سطح دائرة البروج فإنّا نتوهّم خطاً مستقيماً يخرج من مركز العالم ويمرّ بمركز الكوكب وينتهي إلى دائرة البروج، فحيث قطع منطقة البروج ثمَّ الكوكب في الطول في الدرجة من البرج الذي انتهى إليها ذلك الخط. فإن لم يكن الكوكب في سطح البروج فنتوهم الخط المُخرَج من مركز العالم إلى مركز الكوكب قد نفذ إلى مقعر الفلك الأعلى من كرة العالم، ونتوهم ربع دائرة عظيمة تمرّ بقطب البروج الذي خرج الخط في جهته وبطرف هذا الخط. فموضع التقاطع لهذا الربع ومنطقة البروج هو موضع الكوكب في الطول. والقوس المنفصلة من هذا الربع فيما بين طرف هذا الخط وبين منطقة البروج هو عرض الكوكب. وجهة العرض هي الجهة التي الخط فيها من الشمال أو الجنوب عن فلك البروج.

ولمّا تكررت أرصادهم للكواكب وطال تفقدهم لحركاتها فرأوا منها ما يسرع في حركته تارة ويبطىء أخرى، ومنها ما يزيد على ذلك فيقف ثم يرجع سائراً إلى خلاف توالي البروج، ثم يقف، ثم يتحرك إلى توالي البروج إلى الجهة التي كان متحركاً إليها أولاً، فظنّوا أنّها متحيّرة. فلذلك سمّوها المتحيّرة. وطال اعتبارهم لذلك فرأوه فيها متكرراً مستمرّاً على حالة واحدة لا تتغيّر، وان وقع فيها شيءٌ مّا يخالف ذلك النظام فلا بُدَّ من وقوع نظائره. فثبت بذلك عندهم أن حركاتها دائمة منتظمة على حالة واحدة. ونقل ذلك خلف عن سلف.

---

٤ ـ صبيحتها: سحبها في م وكأنها منقولة من بر لأنّ الصاد في بر غير واضحة والكلمة كذلك غير منقوطة. كذلك: لذلك في بر.

٥ ـ التعليل: لتعليل في م.

١٢ ـ انتهى: انتها في بر و م.

فتأكّد ذلك عندهم بما رأوها عليه من ثبات الحال وحسن النظام بما شاهدوه من استمرار حالهم وثبات نظامها وموافقة ما يظهر من أمرها بالرصد لما يؤخذ منه بالحسبانات التي في الجداول الموضوعة /لكل واحد منها بمقتضى حركات أكره وتعاديله، وثقوا بصحته وصار ١٠٨ و عندهم كالأمر الأوّل.

فصل: في بيان حركات الكواكب السبعة السيّارة وترتيب م ١٧ و أكرها المحرّكة لها حول مركز العالم إلى توالي البروج وغيره.

ولمّا كان من الأمور المقرّرة في الحكمة أنّ الرأي الذي يجب أن يُعتقَد في حركات الأكر السماوية أنّها تجري بحركات مستديرة مستوية ليس فيها اختلاف أصلاً، وأنّه لا يكون فيها فضل لا يحتاج إليه، فلذلك وجب على من شرع من أصحاب التعاليم في تبيّن شيء من هذه الحركات أن يطلب من أجل تصحيح الحركة التي ترى مختلفة عند مركز العالم أمراً تتبيّن به ويتهيّأ منه أن تكون محركاتها تحركها حركات دورية مستوية في نفس الأمر عند مراكز المحركات.

فلذلك توهموا للكوكب كرةً أو كرات مراكزها خارجة عن مركز العالم تحرّكه بحركات دورية مستوية عند مراكز تلك الأكر. ومن ضرورة استواء الحركة البسيطة حول نقطة غير مركز العالم اختلافُها عند مركز العالم. وقد ذكر بطلميوس في آخر الفصل الأول من ثالثة المجسطي أنّ غرضه أن يصحّح الحركات على هذا الأصل اللائق بطبيعة السماويات، والرأي الذي يعتقده الحكيم. ولأجل ذلك توهّم وجود الأكر الخوارج المراكز وأفلاك التداوير ليكون ما يظهر من تركيب حركاتها المستوية موافقاً لما يوجد بالعيان متى حسبت حركاتها وتعاديلها على مقتضى ما توجبه أبعاد مراكزها، والنسب التي بين هذه الأبعاد إلى أنصاف أقطار الحوامل، ونسب أنصاف أقطار التداوير إلى أنصاف أقطار الحوامل.

---

١ - النظام: نظام في م.
٢ - التي: الذي في ب‍ر و م.
٥ - السيّارة: صححت فوق السطر في م إلى «الجارية» ثم رمز إليها بحرف «خ» على أنها «خطأ» (؟).
٦ - المحرّكة: المتحركة في م.
٨ - يُعتقد: يعتقدوا في ب‍ر و م.
١٨ - الحكيم: لحكيم في م.

فأمّا ترتيب الأُكر عند الفاضل بطلميوس وكثير ممن تقدّمه، فإنّه كان يرى أنّ أعلى الأكر هي الكرة التي منطقتها معدل النهار وفيها يُتوهم منطقة البروج وقطباها. وهي المتحركة أسرع الحركات وأبسطها وأنها محركة لجميع ما فيها من الأفلاك كلها من المشرق إلى المغرب.

وحركتها في اليوم الوسط دورة واحدة ونط دقيقة ح ثانية يز ثالثة.

وإنّ الكرة التي تحتها هي الكرة المكوكبة وهي ذات الصور الثمانية والأربعين، وتسمّى كواكبها بالبيابانية والثابتة لثبات أبعادها بعضها من بعض وثبات تشكل بعضها ببعض.

وقيل إنّ من تقدّم عهده من أهل هذه الصناعة كان يظنها ثابتة إلى أن جاء الفاضل أبرخس فبين أن للكواكب التي حول منطقة البروج حركة ⌐إلى التوالي ولم يتعرض لغيرها ولا بين قدر هذه الحركة. م ١٧ ظ

وجاء من بعده بطلميوس بنحو من مائتي ونيف وستين سنة فبين في الفصل الأول من المقالة السابعة بياناً شافياً أنها جميعها منتقلة. وأنّ نقلتها على قطبين مسامتين لقطبي فلك البروج، ومنطقتها في سطح فلك البروج، وأنّ هذه الحركة تكون إلى توالي البروج الذي هو من المغرب إلى المشرق، وأنّها تتحرك في كل مائة سنة درجة واحدة.

وجاء بعده من المتأخرين من قال إنّ حركتها في كل /مائة سنة درجة ونصف، وعند بعضهم في كل مائة وخمس سنين درجة ونصف. ولم يختلفوا في وجود الحركة وجهتها. ١٠٨ ظ

ثم دون هذه الكرة كرة كوكب زحل لأنه يكسف الكواكب الثابتة عند مسامتته لها ولا ينكسف بشيء منها. وإنّما يعرف الكاسف من المكسوف متى خالف لون أحدهما لون الآخر، فأيّهما ظهر لونه عند الكسف عرف أنّه كاسف. والذي يخفى لونه يعرف أنّه مكسوف منهما.

وتحت هذه الكرة كرة كوكب المشتري لأنّه يكسف زحل عند مسامتته له ولا ينكسف به. ثم كرة المريخ لأنه يكسف المشتري.

وسمّوا هذه الثلاثة الكواكب العلوية وذلك أنه صحّ عندهم أن كراتها فوق أُكر الشمس والقمر والزهرة وعطارد، وأنّ كرة القمر تحت هذه الأكر جميعها، وأنّه لا شيء من الكواكب

---

١ ـ أعلى: أعلا في بر و م.
٢ ـ الأُكر: الكرة في متن بر وقد صحّحت على الهامش.
٦ ـ البيابانية: كذا في م وناقصة نقطة الباء الثانية في بر، غير أنّها شُرحت على هامش بر: «البيابانية [دون النقط] لفظة فارسية وتسمى الكواكب بالبيابانية [دون النقط] لأنّها يُهتدى بها في البراري». أبعادها: كذا في بر و م، اقرأ ابعاد.
١٤ ـ درجة ونصف في مائة سنة = درجة كل ست وستين سنة.
١٥ ـ درجة ونصف في مائة وخمس سنوات = درجة كل سبعين سنة.

أقـرب إلينا من كـرته لكـونه يكسف مـا يسامتـه من جميـع الكـواكب ولا ينكسف بغـير ظـل الأرض.

وأمّا الزهرة وعطارد فقد اختلفوا في وضع كرتيهـما من كرة الشمس. فبعض من تقـدم عهده ويطلميـوس أيضاً كـانوا يـرون أن كرة الشمس تحت كـرة كوكب المـريخ ثم تحت كـرة الشمس كـرة الزهـرة †ثم كرة† عـطارد لأنّ عـطارد يكسف الـزهـرة وهمـا يكسفـان العلويـة وينكسفان بالقمر.

وقوم قبل بطلميوس لمّا رأوا أنّ هذين الكوكبين لا يكسفان الشمس كما يكسفهـا القمر ظنـوا أنّهما فوق الشمس. وهـذا لا يصحّ أن يستـدل به لأنّـه لا يكسف السافـل العالي حـين الاجتماع إلاّ أن يكونا معاً والبصر على خط واحد مستقيم. فإن لم يكونـا مع البصر عـلى خط واحد مستقيم فإنّه لا يكسف السافل منهما العالي كما يوجد ذلك في أكثر اجتـماعات القمـر مع الشمس.

م ١٨ و وأيضاً فإنّ جرميهما ليسا مظلمين حتى يكون موقع جرميهما في صفحة الشمس ⌐مظلمـاً كجرم القمر. وأيضاً فإن جـرميهما صغـيران فلا يـظهر مـا عساه أن يستـراه من جرم الشمس لـلأبصار، لأنّ القمـر إذا كسف من جرم الشمس مـا مساحتـه مسـاويـة لجـرم أحـد هـذين الكوكبين لا يظهر ذلك المنكسف للأبصار.

فأمّا بطلميوس فإنّه كـان يقول إنّـه من الأولى والأشبه أن تكـون كرة الشمس متـوسطة بين الكواكب العلويـة، وهي زحل والمشـتري والمريـخ، لأنّها تبعد عن الشمس كـل الأبعاد، وبين الكواكب السفليـة، وهي الزهـرة وعطارد والقمـر. قال، ولأنّ هـذين الكوكبـين، يعني الزهرة وعطارد، لا يسدسان الشمس فضلاً عن غيره من الأبعاد. وهذا لا يصلح أن يذكر في الأدلة الاقناعية فضلاً عن الـبرهانيـة. فإنّ القمـر يبعد عن الشمس كـل الأبعاد، ومـع ذلك فالقمر من السفلية.

لكنّـه استدرك أمـرهما في كتـاب **الاقتصاص**. فـإنّـه لّـما بـينّ من اختـلاف المـنظر ومن الكسوفات قدر غاية بعد القمر عن مركـز العالم وغـاية قـرب الشمس منه فـوجد بينهـما بعداً كثـيراً، فزعم أنّـه يمكن أن يوجـد فيه فلكـا الزهـرة وعطارد، وأبعـادهما المختلفـة لا تحتمـل غيرهما، إذ كان لا يتسع لأن يكون فيه /فلك المريخ فضلاً عن غيره. ١٠٩ و

---

٥ - †. . . † على هامش بر. يكسف: يكشف في م.

١٠ - السافل: على هامش بر.

١٨ - الكوكبين: كوكبين في م.

٢٥ - إذ: إذا في م.

١٠٩ و

وقال إنَّه لا يحسن أن يترك مثل هذا الفضاء عطلاً لا حاجة إليه، فقوي عزمه على أنَّ هـذين الكوكبين فيما بين الشمس والقمر، وأنَّ الكواكب الباقية فوقهما. ولم يبيّن لهذين الكوكبين اختلاف منظر وكان يجب على رأيه أن يكون اختلاف منظريهما أكثر من اختلاف منظر الشمس وأقل من اختلاف منظر القمر. لكنَّه لعسر تحقّق حركتيهما الجزئية في الطول والعرض ومن قِبَلهما يعرف اختلاف المنظر لم يتبيّن له قدر اختلاف منظريهما، فلم يذكره.

وباختلاف المنظر تعلم أبعاد الكواكب من الأرض ومراتب أُكرها، فتعلم من هذا الوجه أو من جهة الكسف. ولمّا لم يكن عنده ما يوجب القطع بذلك ولا وجد واحداً منهما فيما بين البصر والشمس، وكان محبّاً للحق مؤثراً له، فلذلك تشكّك في وضعهما من الشمس. والذي أجمع عليه رأيه بالاخرة أنَّ كرة الشمس فوقهما وتحت الكواكب العلوية.

والذي تبيّن عندنا أنَّ كرة الزهرة فوق كرة الشمس على ما سنذكره في الأبعاد والأجرام إن شاء الله تعالى.

وبعد ذكرنا ترتيب أُكر الكواكب ⌐نبدأ بذكر أحوال الشمس إذ كان لا يوصل إلى معرفة أحوال الكواكب قبل معرفة أحوال الشمس لأمور: منها أنَّ الأيام والشهور والسنين التي هي مكيال الزمان وبها تقدر الحركات الجزئية والعودات، وبها تقدر السرعة والبطء في الحركة، فالأيام والشهور والسنون إنَّما تُعلم وتضبط بحركات الشمس، فتكون معلومة من قِبَلها. م ١٨ ظ

وأيضاً فانَّ حركتها أبسط من حركات الكواكب الستة الباقية،

ومن ذلك أنَّ لكل كوكب منها نوع ارتباط بالشمس تنفع معرفته في معرفة أحوال الكواكب، وسيظهر عند شرح أحوال الشمس والكواكب. وأمَّا معرفة أحوال الشمس فلا يحتاج فيه إلى معرفة شيء من أحوال غيرها.

وأيضاً فإنَّ حركات الكواكب إنما تضبط وتقيد بالنسبة إلى فلك البروج الذي يحدث من توهّم الدائرة التي ترسمها الشمس بحركتها الخاصة قاطعة للعالم.

فلذلك قدمت هيئة الشمس ومعرفة حركتها على غيرها. ونحن مقدمون ذكرها وتالوه بذكر القمر على مذهب الفاضل بطلميوس، وشارحون من مذهبه ما خفي على بعض مصنفي كتب الهيئة فذهب في أخذه بظاهر القول إلى أمور فاسدة تخالف الأصول. وسنذكرها

---

١٤ ـ البطء: البطو في ب‍ر و م.

٢١ ـ يحدث: تحدث في ب‍ر و م وقد يصح ذلك على أنَّها عائدة إلى البروج. وإنَّما فضّلنا قراءة المذكر نسبة إلى الفلك الحادث من توهم الدائرة.

٢٥ ـ سنذكرها: ها على هامش ب‍ر.

في مواضعها ونتلوه بما يسّر الله سبحانه وتعالى علينا، إذ كان فيضه سبحانه غير محجوب عن مستعدّ، ونِعَمُه غير ممنوعة عن مستمدّ. وسنبيّن لك أنّ مذهبنا أُولى أن يعتقد إذ كان مطابقاً للأصول، عريّاً عن الفضول، موافقاً للفروع والأرصاد، مختصراً كافياً في تحصيل المراد.

فصل: وَإذا قَد بيّنا مَقَاصِدهَا فنقدّم مَا هُوأَوْلى بالتقديم، وَهُوشَرح أَحوَال الشَمْس وَفَلكهَا.

ولمّا كان قصدنا تبيين أمر حركات الشمس وسائر الكواكب عند فلك البروج، وكانت حركة الشمس بالنسبة /إلى فلك البروج الذي نحن على مركزه نجدها مختلفة، وكان ذلك ١٠٩ ظ
الاختلاف واحداً بسيطاً على ما قد ذكره من تقدمنا، وجب أن يكون مركز الفلك المدير لمركز الشمس غير مركز البروج.

وقد وُجد بالأرصاد المتوالية أنّ مسير الشمس أبطأ ما يكون في موضع بعينه من فلك البروج، وفي مقابلته يكون سيرها أسرع ما يكون، وفيما بين ذلك في موضعين متوسطين فيما بين الموضعين الأولين يُوجد سيرها متوسطاً. وسنشرح معنى البطء والسرعة والتوسّط في الحركة عند ذكرنا أحوال الكواكب المتحيرة، وإنْ كان غنيّاً عن الشرح.

وكان المطلوب لواضع الهيئة أن يعمل على أنّ الأجرام السماوية أُكر تتحرك حركة دائرة متصلة مستوية. وكان هذا الأمر إنّما يتم بأحد أصلين بسيطين أو بكليهما. فأمّا أمر الشمس فيتم بأحد الأصلين البسيطين عند من يزعم أنه ليس له إلّا اختلاف واحدٌ بسيط.

فالأول من الأصلين أن يكون مركز جرم الشمس على فلك خارج المركز. والفلك الخارج المركز كرة محيطة بكرة الأرض يحدها سطحان كرويّان متوازيان مركزهما خارج عن مركز العالم، يحركه إلى التوالي فيرى حركتَها مَن كان موضعُه هو مركز البروج عندما تكون في أبعد بعدها أبطأ ما تكون وفي أقرب قربها أسرع ما تكون. ويكون الخط الذي يمرّ بمركز البروج ومركز هذا الفلك الحامل للشمس يتوسط الموضعين الموصوفين، أعني قوسي البطء

---

٨ - واحداً: واحد في بر و م.

١١ - ذلك: سقط مما يلي هذه الكلمة حوالى العشرين صفحة في م، وهي أيضاً ساقطة من و، فتكون بر الوحيدة التي حفظت النصّ التالي.

١٨ - كرويّان: كريان في بر.

٢١ - الموصوفين: حاشية على هامش بر تضيف: «أي ينصف قوسي البطء والسرعة من جانبي الخط». البطء: البطو في بر.

والسرعة. والخط القائم على هذا الخط من مركز البروج يمرّ بالموضعين الآخرين، أعني موضعي الحركة الوسطى ويفصل بين قوسي السرعة والبطء.

والأصل الثاني أن يكون جرم الشمس محمولاً على فلك تدوير يديرها. ومركز ذلك التدوير محمول على منطقة فلك †مركزه مركز† البروج يديره إلى التوالي، ومنطقتي الحامل والتدوير في سطح البروج. وفلك التدوير كرة غير شاملة للأرض مغرقة في سمك الفلك الحامل. والحامل للتدوير كرة شاملة للأرض يدير فلك التدوير حول الأرض.

فالشمس يصح أمرها بأحدهما لا على التعيين متى وُجد فيه هذه الشروط: منها أن تكون منطقة التدوير في سطح البروج، ويكون متى تحرك على مركزه نقل جرم الشمس متى كانت في أعلى التدوير إلى خلاف توالي البروج، وحين تكون عند أسفل التدوير إلى التوالي. ومنها أن تكون حركة الفلك الخارج المركز في التقدير الأول وحركة الشمس على محيط التدوير في التقدير الثاني متساويتين. وأما حركة الحامل، أعني حركة مركز التدوير، فتزيد على حركة الفلك الخارج المركز بقدر حركة أوج الخارج إن صحّ أنّ له حركة، وإلّا فمساوية لها.

وإذا كان الأمر على ما ذكرنا وكان مع ذلك نسبة نصف قطر الحامل للتدوير إلى نصف قطر التدوير كنسبة نصف قطر الفلك الخارج إلى بُعد ما بين مركزه ومركز العالم، فإنّ العوارض اللوازم التي تلحق في أحد هذين الأصلين بعينها تلحق في الآخر. وقد بيّن ذلك بطلميوس / في الفصل الثالث وما بعده من المقالة الثانية من **المجسطي** بياناً شافياً. فحينئذٍ لا ١١٠ و يكون بينهما فرق فيما يظهر من أمرها بالرصد أصلاً، أعني كون المدير لجرم الشمس فلكاً خارج المركز أو فلك تدوير يكون حامله موافق المركز.

وقد اختار بطلميوس منهما الوضع الأول، إذ المختار إنّما هو الأبسط، والأوّل يتم بحركة واحدة. وأيضاً فإنّه يلزم من فرض التدوير على الشروط المذكورة أن يرسم مركز الشمس بمجموع الحركتين فلكاً خارج المركز لا يفارقه، مساوياً للفلك الموافق المركز الحامل للتدوير. يكون بعد مركز هذا الخارج من مركز البروج مساوياً لنصف قطر التدوير. فيلزم من إثبات فلك تدوير أن يكون مركز الشمس مع ذلك متحركاً على فلك خارج المركز لا يزول عنه، وتكون حركة مركز الشمس عليه حركة مستوية عند مركزه، ويكون مركز الفلك الخارج الذي رسمه مركز الشمس ثابتاً، إن فُرض ثابتاً، وإلّا فمنتقل إن انتقل الأوج. فقد لزم من إثبات فلك التدوير مع الموافق وجود الخارج ولم ينعكس. فلذلك اختار بطلميوس الفلك الخارج المركز.

---

٢ - الحركة: حركة في بر.

٤ - †...†: على هامش بر.

١١ - متساويتين: متساويتان في بر. فتزيد: فيزيد في بر.

٢٥ - ثابتاً: ثابت في بر.

فأمّا هيئة فلك الشمس الكلي عند الجمهور فجسم كري يحده سطحان متوازيان كرويّان مركزه مركز العالم، وقد قسموه إلى كرتين مجسمتين محيطتين بالأرض. وبالحقيقة على هذا الرأي يقسم إلى ثلاث أكر مجسّمة تكون محيطة بالأرض: الكرة العليا منها يحدها سطحان كرويّان غير متوازيين، مركز السطح الأعلى منهما مركز العالم وهو محوي لمقعّر فلك المريخ، أو فلك الزهرة على ما نبيّنه، والسطح الأدنى منهما مركزه خارج عن مركز العالم وهو مماس لمحدب السطح الأعلى على نقطة مشتركة بينهما يقال لها الأوج، وهي التي ينظّمها الخط المستقيم الذي يمرّ بمركز البروج ومركز السطح الداخل المذكور. فإذا نفذ هذا الخط من الجهة الأخرى مرّ بنقطة على مقابلة الأولى من السطح الأدنى يقال لها الحضيض. وإذا وصل محيط الشمس إلى النقطة الأولى منهما كانت في أبعد بعدها من الأرض، وإذا وصل إلى الثانية كانت في أقرب قربها منها.

ودون هذه كرة ثانية، وهي التي تحمل جرم الشمس وتسمّى الفلك الخارج، والحامل أيضاً. ويحدّها سطحان كرويّان متوازيان مركزهما واحد هو مركز السطح الأدنى من الكرة الأولى في سطح دائرة البروج وهو خارج عن مركز العالم وعن سطح معدل النهار. ومنطقتها في سطح فلك البروج محوي لمقعر السطح الأدنى من الكرة الأولى، والسطح الأدنى منهما حاوٍ لمحدب الكرة الثالثة. فإذاً وصل الأوج إلى الخط المار بنقطتي الاعتدالين ووصل مركز الخارج إلى الفصل المشترك بين فلك البروج وسطح معدل النهار. والشمس جرم كريّ مُصمت مغرق في ثخن هذا الجسم بحيث يساوي قطرها / ثخنه ويماس سطحها سطحيه ككرة قد ١١٠ ظ
غمست في ماء مساوٍ عمقه لقطرها، وقد ماسّ سطحها سطحيه الأعلى والأسفل على نقطتين.

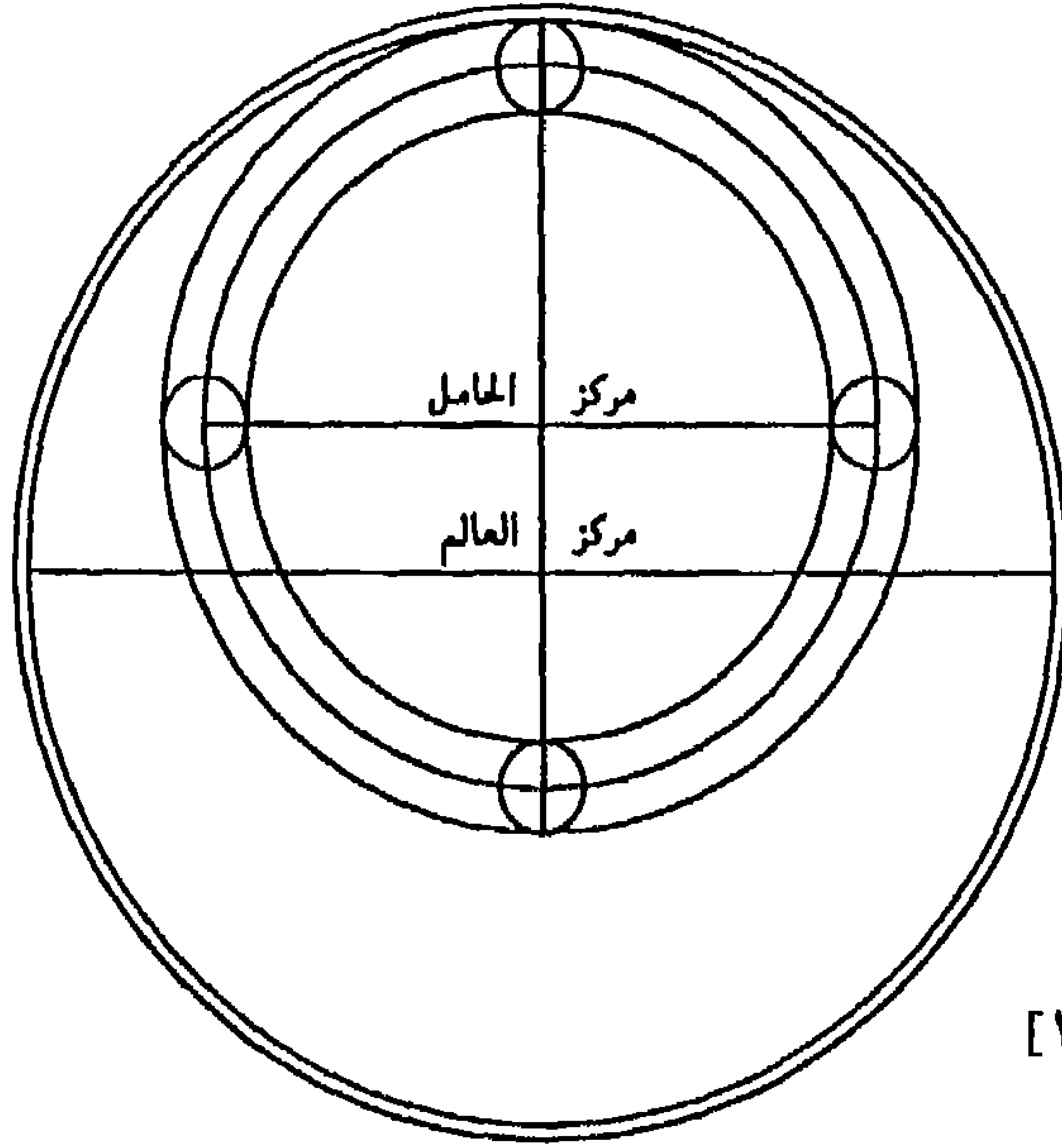
والكرة الثالثة يحدّها سطحان كرويّان غير متوازيين. السطح الأعلى منهما موازٍ للسطح الأدنى من الكرة الأولى والسطح الأدنى منهما موازٍ للسطح الأعلى من الكرة الأولى أيضاً. ويماسّ السطح الأدنى منهما السطح الأعلى منهما على نقطة مشتركة بينهما. وهذه النقطة يُقال لها الحضيض، والبعد الأقرب للشمس. فأمّا مركز السطح الأعلى منهما فهو مركز الخارج، ومركز السطح الأدنى منهما مركز العالم، أعني مركز السطح الأعلى من الكرة الأولى. وهذا الجسم والجسم الأول المختلفا الثخن يقال لهما المتمّمان، كأنّ بهما وبالكرة الوسطى تمّ الفلك الكليّ. فصارت الثلاثة بمنزلة كرة واحدة مركزها مركز العالم يسمّى فلك الشمس الكليّ. ويقال له ممثل الشمس أيضاً، إذ على محيطه الدائرة التي تسمّى ممثلاً، وهو منتقل، أعني الفلك الكليّ

---

٢ ـ كرويّان: كريان في بر. مركزه: مركزها في بر.
٣ ـ ثلاث: ثلث في بر.
٤ ـ كرويّان: كريان في بر.
١٢ ـ كرويّان: كريان في بر.
١٩ ـ كرويّان: كريان في بر.
٢٥ ـ الثلاثة: الثلثة في بر.

المؤلف من الأُكر الثلاثة المذكورة مثل نقلة الكواكب الثابتة عند المتأخرين، وعند بطلميوس ثابت لا ينتقل. وبانتقاله ينتقل بعد الشمس الأبعد والأقرب المسمّيان بـالأوج والحضيض عن محاذاة جزء من البروج إلى غيره.

وهذه صورة ذلك مسطّحة. فأمّا تصورها مجسّمات فإنّه يتبينّ ممّا أنا واصفه لـك، وذلك بأن تتصور أن الخط المستقيم الواصل بين الأوج والحضيض قد أثبت وأُديرت السطوح الثلاثة التي هذا الخط هو منتصف لها: وهي السطحان الهلاليان والسطح الحلقي، أعني الـذي فيها بينهما، نصف دورة. وصار هذا الخط لها كالمحور يعتمد عليه في دورها فإنّها ترسم بدورانها ثلاث أُكر مجسّمات على الصفة التي ذكرنا. وهذه صورة ما أشرنا إليه مبينّ إن شاء الله تعالى. [انظر الشكل رقم (١)].



[الشكل ١]

/ فصل: في حركات أفلاك الشمس. ١١١ و

أمّا الفلك الكلّي فمتحرك على محور البروج إلى التوالي، وهذا المحور هو محور السطح الأعلى من المتمم الأعلى، فينقل معه جميع ما يحويه من أفلاكها ومركز فلكها الحامل لها وجرم الشمس وبعدها الأبعد الذي هو أوجها وبعدها الأقرب في كل سو سنة شمسية درجة واحدة

١، ٥ ـ الثلاثة: الثلثة في ب.

٨ ـ ثلاث: ثلث في ب.

على رأي المتأخرين. فأمّا على رأي بطلميوس فأوجها في خمسة أجزاء ونصف من الجوزاء ثابت لا ينتقل.

وأمّا الحامل للشمس فمتحرك إلى التوالي، أعني من المغرب إلى المشرق، وحركته على قطبين ومحور مواز لمحور البروج. ومنطقة هذا الفلك في سطح البروج، وحركته في كل يوم نط دقيقة ح ثانية كـ ثالثة عند المتأخرين، وعند بطلميوس يز ثالثة. فينتقل مركز الشمس بانتقاله لأنه مركوز في ثخنها وجرمها كجزء منه. فإذا حرك الفلك الحامل جرم الشمس دورة تامة رسم مركزها دائرة متوهّمة تسمّى الفلك الحامل أيضاً، والفلك الخارج المركز للشمس. فإذا توهّمت †هذه الدائرة† قاطعة للعالم أحدثت في مقعّر سطح الفلك الأعلى دائرة، تسمى هذه الدائرة فلك البروج على الحقيقة، وهي مائلة عن معدل النهار مقاطعة له على نقطتين متقابلتين تسمّيان نقطتي الاعتدال، هما أول الحمل والميزان، وأحدثت في سطح فلك الثوابت دائرة تسمّى الممثّل بفلك البروج †وأحدثت في الأفلاك الكلّية للكواكب دوائر تسمّى ممثلات بفلك البروج† أيضاً لأنها في قوته.

فأمّا معدل النهار فهو منطقة الكرة المحيطة بالكل، وهي منطقة السطح الأعلى، وقطباها يسمّيان قطبي العالم وعليهما تكون الحركة السريعة اليومية، ويسمّى الفلك المستقيم أيضاً لثبات قطبيه ومنطقته، فهو لا يتحرك بغيره، وتتحرك جميع الأفلاك وأقطابها بحركته، فتتقلّب أوضاع مناطقها. ويوازي هذه الدائرة دائرة في مقعّر هذا الفلك مقاطعة للدائرة المسمّاة بالبروج على نقطتي الإعتدالين، وهما اللتان إذا سامتتهما الشمس بحركتها الخاصة اعتدل النهار والليل في المعمور من الأرض. ولذلك سمّي هذا الفلك بمعدل النهار. وأنا أسمّي الدائرة التي في مقعّر هذا الفلك معدل النهار أيضاً.

وأهل هذه الصناعة يستعملون من الدوائر التي تتوهّم في الأُكر ما كان منها على السطوح العالية من الأُكر. ومن مذهبهم أنّ الأُكر الحاوية قد تحرك الأُكر التي تحويها، وهذا التحريك يكون على ضربين: إمّا بالضرورة وإمّا بالتشبّث، وأعني بالتشبّث أن تلزم نقطة من المحوي لنقطة من الحاوي فلا تفارقها مع كونها غير ملتصقة بها لكنّه مثل الالتصاق.

وأما التحريك بالضرورة فإنّه إذا كانت كرتان إحداهما داخل الأخرى، وكان مركز المحوية خارجاً عن مركز الحاوية، ودارت الكرة الحاوية على مركزها حركة وضعية، وكان المحور الذي تدور عليه الحاوية لا يمرّ بمركزيهما لزم من ذلك / أحد أمرين: إمّا حركة المحوية ١١١ ظ

---

٨ - †...†: على هامش بر.

١١، ١٢ - †...†: على هامش بر. قوته: كذا في بر.

١٧ - سامتتها: سامتتها في بر.

٢١ - تحويها: لحريها في بر.

٢٤ - إحداهما: احديها في بر.

١١١ظ

بالضرورة أو الخرق. لكنَّ الخرق محال ولا يمتنع حركة المحوية بحركة الحاوية فهي متحركة بحركتها. وأيضاً فان المحوية لا تعوقها هذه الحركة العرضية أن تتحرك هي أيضاً على محورها. وأمّا إذا كان مركز الكرتين واحداً، أعني مركز سطوحها الأربعة، وكان محوراهما متقاطعين فإنّه يمكن أن تتحرك المحوية بحركة الحاوية. وهذا التحريك يسمّى تحريكاً بالتشبّث. وتتحرك هي أيضاً بنفسها على محورها حركة غير تلك الحركة العَرَضية، وذلك أنّه يلزم قطبا المحوية بقطبين من السطح الباطن من الحاوية المماسّين لهما، وكل نقطة في كرة متحركة فإنّها تتحرك بحركة الكرة ما خلا النقطة التي على المحور، فتدور النقطتان فيدور القطبان ومحور الواصل بينهما ومنطقتها بدورانها، فتدور المحوية بحركة الحاوية وتتحرك المحوية بحركتها الخاصة. وهذا التحريك يقال له تحريك بالتشبث، أي يلزم القطبان النقطتين اللتين تماسّانها فتدوران معها. فتتحرك الكرة المحوية بحركة قطبيها وتتحرك هي أيضاً على قطبيها، فلا أرى شيئاً يمنع من ذلك.

وأمّا متى كان محور المحوية منطبقاً على محور الحاوية فإنّه لا يمكن أن تتحرك المحوية بحركة الحاوية مع كون المحوية تتحرك مع ذلك حركة خاصة غير الأولى موافقة لتلك الحركة أو مخالفة لها، لأنّ تشبّث المحوية بالحاوية الموجب لحركة المحوية لا يكون بالقطبين لكونهما على محور، وهو ثابت، ولا يكون بنقطتين غير القطبين لأنّه يلزم منه إن كان دائماً فإنّه يكون التشبّث بجميع السطح وذلك يمنع المحوية من الحركة. وإن كانت نقط من المحوية تلزم نقطاً من الحاوية تارة وتفارقها أخرى، وتحركها أقل من حركتها بإزلاق فلا تكون متحركة بحركة الحاوية لها، كما يوجد ذلك في البكرة التي يجري عليها الحبل، وكما يكون في حركة المداور الموضوعة تحت الثقل عند تحريكه، فسيكون هذا التحريك وحركة المحرك بغير نظام وترتيب لأنّ هذه الحركة لا تكون طبيعية لإحدى الكرتين بل يكون ضرباً من الاتفاق ولا يلزم النظام. وليس ثَمّ شيء مختلُّ النظام، وعلى الجملة لا تكون المحوية حين تكون متشبثة متحركة بذاتها. ولو اجتمع فيها الأمران لزم أن تكون متشبثة ولا متشبثة، وهذا خُلفٌ.

وأمّا أنّه يمكن أن تتحرك المحوية خاصة على محور الحاوية حركة خاصة موافقة أو مخالفة لحركة الحاوية، فلا أرى شيئاً يمنع من ذلك. فإن كانت الحركتان متساويتين واتحدت الجهة والزمان فلا يعقل الانفصال ولا فائدة فيه. ونرجع إلى ما كنا فيه من أمر فلك الشمس.

فنقول إنّه لمّا تبينّ أنّ لأوج الشمس حركة مثل حركة أوجات الكواكب فإنّ القول بأنّ لها متمّمين منفصلين عما يليهما فصلاً لا يحتاج إليه، وكذلك نقول في المتممات التي للخمسة المتحيرة، لأنّه بهذا الوجه يمكن أن تكون هذه الحركة لفلك الثوابت فلا حاجة إلى الانفصال

---

٣ ـ واحداً: واحد في بر.

٢١ ـ متشبثة: متسبثة في بر.

٢٧ ـ فصلاً: فصل في بر.

مع أن الحركة في سطح واحد /وعلى محور واحد ومركزه مركز العالم. وسنشرح ذلك بفصل قول فيما بعد. ١١٢ و

فصل: في زمان سنة الشمس.

وهو الزمان الذي تعود فيه الشمس من نقطة من فلك البروج إلى تلك النقطة بعينها. أمّا الأوائل فإنّهم اختاروا لمعرفة ذلك أن تُرصد الشمس حين نزولها إحدى النقط الأربع، وهي نقط الانقلابين والاعتدالين. ونقطتا الاعتدالين أولى بأن تُختارا في هذا المطلوب لأنّ ميل الشمس في هذين الموضعين في كل يوم يزيد على كد دقيقة، ويزيد الارتفاع والظل وينقصان زيادة محسوسة، وفي نقطتي الانقلابين بخلاف ذلك.

فأخذ الرصاد من الأرصاد القديمة المكتوبة عندهم رصداً لنقطة من نقطتي الاعتدالين، ثم رصدوا الوقت الذي تحلّ الشمس فيه تلك النقطة بعينها. وكلما كان الزمان الذي بين رصدي النقط المذكورة أطول، وهو الذي يقسم على عدد الأدوار، كان ما يلحق الدورة الواحدة من الخطأ الذي عسى أن يقع من قِبَل الآلات أو من قِبَل الرصاد مما يفوت الحسَّ لدقّته، إذا قسم على أدوار كثيرة، يسيراً جداً، إن كان ثمَّ خطأ، وإلاّ فقد حصل الصواب. وذلك أن الخطأ الواقع قد يكون في أحد الطرفين، أعني في أحد الرصدين، وقد يكون فيهما معاً. وبالجملة متى كان المقسوم عليه أكثر قلّ الخطأ، ومتى كان المقسوم عليه أقل كثر. وأمّا الزمان الذي بين الرصدين فيعرف من التواريخ. وأمّا عدد الدورات فيعلم بالجليل من النظر ومن عدد السنين القبطية أو الرومية. فإذا قسمت الأيام التي بين رصدي نقطة بعينها على عدد الأدوار خرج نصيب الدورة الواحدة، وهو زمان مكث الشمس في الدورة الواحدة، وهو المسمّى سنة شمسيّة. وقد وجد ذلك ثلثماية وخمسة وستون يوماً وأربعة عشر دقيقة وثمانية وأربعون ثانية وهو ربع يوم إلاّ جزءاً من †ثلثمائة جزء من يوم عند بطلميوس، وعند المتأخرين شسه يد كه لك، وهو ربع يوم إلاّ جزءاً† من ماية وعشرين جزءاً من يوم. وإذا قسم

٤ ـ الذي: التي في بر.

٥ ـ إحدى: بر تضيف «من» والأفضل حذفها.

٦ ـ أولى: هناك حاشيتان على هامش بر: إحداهما: «وقد قال بطلميوس في الفصل الأول من ثالثة المجسطي إنّه قد يكون ذهب (؟) علينا وعلى أرشميدس مقدار ربع يوم يعني من قبل رصد الانقلابين» والحاشية الأخرى: «فصحَّ أن ميل الشمس يكون عندهما [أي الانقلابين] ربع دقيقة واحدة فلا يزيد [الميل] والظل أو ينقص لذلك قدراً [ب: قدر] محسوساً».

١٥ ـ الخطأ: الخطاء في بر.

١٩ ـ وستون: وستين في بر.

٢٠ ـ وأربعون: واربعين في بر.

٢٠، ٢١ ـ إلاّ جزءاً: «إلاّ جز» في بر، †...†: على هامش بر.

الدور وهو شس على هذه الأيام خرج من القسمة مسير الشمس في اليوم الواحد ـ وهو ح نط ح يز يج يب لا . . وإذا قسم هذا على كد خرج مسيرها في الساعة المستوية. وإذا ضوعف المسير ليوم واحد ثلاثين مرة خرج مسيرها في الشهر الواحد. وإذا ضوعف مسير الشهر اثنتي عشرة مرة وسدس مرة خرج مسيرها في ثلثمائة وخمسة وستين يوماً فقط ـ وهي عدد أيام السنة الفارسية والقبطية القديمة ـ وهو عند بطلميوس شنط درجة مه كد مه كا ح له سوادس.

فصل: في معرفة ما بين المركزين وموضع أوج الشمس من البروج.

فأمّا معرفة مقدار خروج مركز الفلك الخارج المركز للشمس وموضع بعدها الابعد المسمّى أوجاً من فلك البروج فنقول: إنّ مركز الفلك الحامل للشمس خارج عن مركز العالم، فيكون مركز العالم بالنسبة إلى الفلك الخارج المركز نقطة في دائرة / الخارج على غير ١١٢ ظ مركزها، فيكون أطول الخطوط الخارجة من مركز العالم إلى محيط الفلك الخارج المركز هو الخط المارّ بمركز الخارج، وأقصرها تمام هذا القطر. فالنقطة التي من الممثّل عند طرفه الابعد من مركز العالم تكون نقطة الأوج، والمقاطرة لها منه نقطة الحضيض.

والمختار لتحصيل هذا المعنى، أعني موضع أوج الشمس ومقدار خروج مركز حاملها، أن ترصد في ثلاث نقط على رؤوس أرباع من فلك البروج. والأولى أن لا تُؤخذ نقطتا الانقلابين وما يقرب منها في هذه النقط الثلاث وذلك لقلة ميول الأجزاء التي تقرب من نقطة الانقلابين. فلذلك تعسر معرفة انتقال الشمس في أجزاء البروج بالرصد. فإذا رصد لذلك بثلاثة أرصاد على رؤوس ثلاثة أرباع بينها زمانان تقطع فيهما الشمس ربعين متجاورين من البروج، وأجود النقط لذلك النقط التي على أنصاف البروج الأربعة وهي الثور والأسد والعقرب والدلو، ثم ينظر إلى الزمانين وهما اللذان تقطع الشمس فيهما النصف من فلك

---

٤ ـ اثنتي عشرة: اثني عشر في بر.

١٢ ـ هو: وهو في بر.

١٦ ـ ثلاث: ثلث في بر. رؤوس: رؤس في بر.

١٧ ـ الثلاث: الثلث في بر، ولكثرة ورودها على هذا الرسم سنتبع التهجئة الحديثة دون الإشارة إليها فيما تبقّى من هذا الكتاب.

١٩ ـ رؤوس: رؤس في بر. بينها: حاشية على هامش بر تضيف: «أي بين الرصد الأول والثالث».

البروج، فلا يخلو إمَّا أن يكونا نصف سنة أو أكثر أو أقل. فإن كانا نصف سنة فإنَّ القطر المار بطرفي هذا النصف من البروج قد فصل الفلك الحامل بنصفين أيضاً. فلا بُدَّ أن يكون أحد ذينك الزمانين أعظم من الآخر، وإلَّا لكانت الحركة مستوية عند مركز العالم. والشمس بالوجود لا تتحرك حركة مستوية عنده، فهما مختلفان. فيكون الأوج على طرف هذا النصف من البروج مما يلي الربع الذي زمانه أعظم، والحضيض على الطرف الآخر. ومركز الحامل على هذا القطر مما يلي نقطة الأوج. وبعد ما بين المركزين مساوٍ لجيب قوس تسيرها الشمس في زمان مساوٍ لفضل أطول الزمانين على ربع سنة. وإن كان مجموع الزمانين أكثر من نصف سنة فإمَّا أن يتساويا أو لا. فإن تساويا، فالأوج على الفصل المشترك بين الربعين ومركز الحامل على الخط المار به وبمركز العالم مما يلي الأوج. وإن كانا أقل من نصف سنة مع كونهما متساويين، فإنَّ الحضيض على الفصل المشترك لهذين الربعين والأوج على النقطة المقاطرة لهذا الفصل المشترك. ومركز الحامل على الخط المار بهاتين النقطتين، وبعده عن مركز العالم مساوٍ لجيب قوس تسيرها الشمس في زمان مساو لنقصان أحد الزمانين عن ربع السنة أو زيادته عليه. فيكون موضع الأوج وبُعد مركز الحامل معلومين على الوجوه الثلاثة.

وإن كان الزمانان مختلفين وكان مجموعهما أعظم أو أصغر من نصف سنة، وقد تقدم ذكر المساوي للنصف فهذا الموضع وحده يحتاج إلى شكل هندسي. فنخط له دائرة نهب أنها فلك البروج. ونخرج فيها قطرين متقاطعين على المركز على زوايا قائمة.

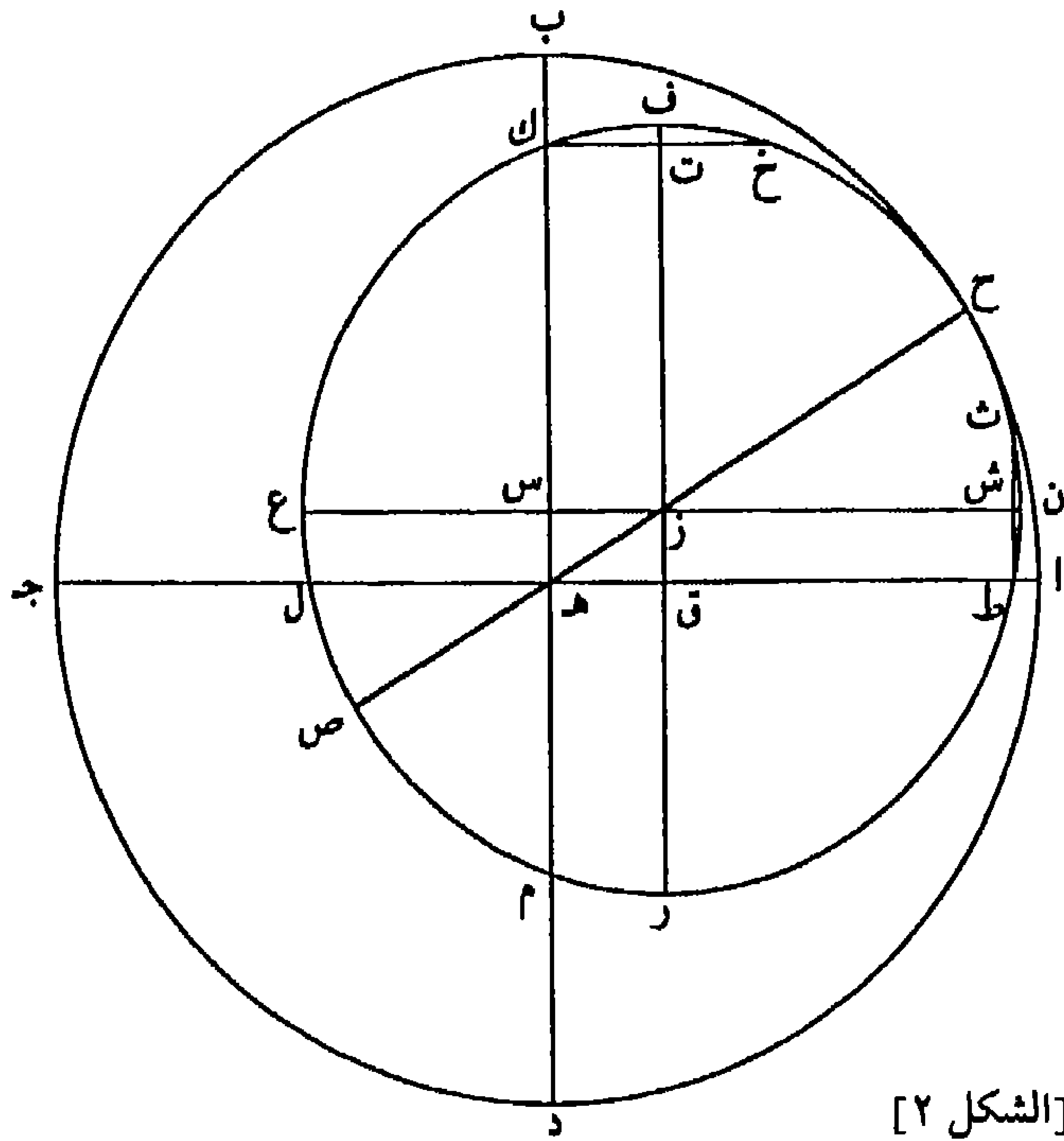
ونعلم على أطرافها أسماء النقط المرصودة. ثم ننظر أي الربعين أعظم زماناً، إن كان مجموعهما أعظم من نصف السنة، وإلَّا فالربع المقابل لأصغرهما زماناً، إن كان الزمانان أقل من نصف السنة. فنعلم في سطحه / نقطة نهب أنها مركز الخارج. ونخرج منها خطاً إلى ١١٣ و
مركز البروج وننفذه إلى محيط البروج. ونجعل هذه النقطة مركزاً وندير عليها دائرة نهب أنها الفلك الخارج المركز. ونخرج منها خطين موازيين لقطري فلك البروج إلى محيط الفلك الخارج المركز. فنقطة التقاطع بين فلك البروج وبين الخط المارّ بالمركز ممّا يلي مركز الخارج المركز هي نقطة الأوج. وعلى طرفه الآخر الحضيض. [أنظر الشكل رقم (٢)].

فلأنَّ الزمانين اللذين قطعت فيهما الشمس هذين الربعين من فلك البروج معلومان فمجموعهما، أعني زمان قطعها النصف منه، يكون معلوماً. والقسي التي تقطعها الشمس من فلكها الخارج في الأزمنة المعلومة من قِبَل حركة الشمس الوسطى معلومة. فتكون القوس التي من الفلك الخارج المركز التي وقعت في هذين الربعين معلومة. فننظر إن كانت أعظم

---

١ - يخلو: يخلوا في ب‌ر.
١٠ - لهذين: لهذا في ب‌ر.
١٥ - هندسي: على هامش ب‌ر.

١١٣ و



[الشكل ٢]

من قف جزءاً نقصنا منها قف وأخذنا نصف الفضل على قف وجيبه وحفظناهما. ونقصنا نصف الفضل من أعظم القوسين اللتين سارتها الشمس بحركتها الوسطى، وأخذنا فضل باقي القوس على ص وحفظناه أيضاً وجيبها. وإن كانت القوسان أقل من قف فنأخذ نصف نقصانها عن قف وما ينقص أصغر القوسين عن ص بعد زيادة هذا النصف عليه. ونأخذ جيبها ـ أعني جيب النقصان وجيب نصف الفضل. ونربع الجيبين المحصلين على أي التقديرين وجدا. ونأخذ جذر ما اجتمع منها فما كان فهو بعد ما بين المركزين بما به نصف قطر الحامل ستين جزءاً. ولأنَّ بهذا العمل خاصة يحدث عند مركز البروج مثلثان يكون الضلعان من كل واحد منها مساويين للجيبين المذكورين، والثالث هو ما بين المركزين وهي معلومة. فزواياهما تكون معلومة من الدائرة التي تخط عليها. وقطرها هو ما بين المركزين. فتكون الزاويتان اللتان عند مركز البروج منها معلومتين. فتكون الزاوية التي يحيط بها الخط الذي يمرّ بالمركزين والأوج مع نصف قطر البروج معلومة. فبُعد موضع الأوج من أحد النقط المرصودة معلوم. فموضع الأوج وبعد ما بين المركزين معلوم.

---

١ ـ منها: منه في بر.
٨ ـ وهي: أي وأضلاعها معلومة.

وبهذا الطريق خاصة استخرج بطلميوس هذا المطلوب فقال إنه وجد الزمان الذي تسير فيه / الشمس من نقطة الاعتدال الربيعي إلى نقطة الانقلاب الصيفي صدل يوماً. ومن هذا الانقلاب إلى الإعتدال الخريفي صب ل يوماً. والشمس تتحرك في فلكها الخارج على الاستواء في صدل يوماً صج جزءاً وط دقائق، وفي صب ل يوماً أحداً وتسعين جزءاً وإحدى عشرة دقيقة.

فقد وقع من نصف فلك البروج الذي من أول الحمل إلى آخر السنبلة من الفلك الخارج قفد جزءاً، كـ دقيقة. وبقي في النصف الذي من أول الميزان إلى آخر الحوت ماية وخمسة وسبعون جزءاً وأربعون دقيقة.

ولمّا تقرّر عند بطلميوس ذلك عمل له شكلاً هندسيّاً [انظر الشكل رقم (٢)]، فقال: فليكن فلك البروج ابجد حول مركز ه. ولنخرج قطرين يتقاطعان على زاوية قائمة، ويمرّان بنقطتي الاعتدالين ونقطتي المنقلبين وننزل أنّ النقطة الربيعيّة ا والخريفيّة ج والصيفيّة ب والشتويّة د. ومن البيّن أنّ مركز الفلك الحامل إنّما يقع فيما بين خطي ا ه و ه ب، لأنّ نصف ا ج من فلك البروج يحتوي من الحامل على قفد كـ على ما سبق. وربع ا ب منه يحتوي على صج جزءاً وط دقيقة. فليكن مركز الحامل نقطة ز ونصل ه ز وننفذه فيمرّ بنقطتي البعدين المختلفين. وليكن البعد الأبعد ح والأقرب ص. ونجعل ز مركزاً ونديـر ببعد ز ح الفلك الحامل. ونخرج من نقطة ز خطي ن ز سع، ف ز ق ر موازيين لقطري ا ج، ب د الأولين. فينفصل من الحامل فيما بين الأقطار الأربعة المتوازية أربعة قسيّ، كلّ قوسين منها متقابلتين متساويتان. فتكون كل واحدة من قوسي شط لع جزئين وسدس. وكل واحدة من قوسي ت كـ ر م تسعة وخمسين دقيقة لما تقدم. وجيب شط مساوٍ لضلع ق ز وجيب كت مساوٍ لضلع ه ق من مثلث

٤ - أحداً: احد في بر.
٥ - إحدى عشرة: أحد عشر في بر.
١١ - وننزل: كذا في بر.
١٤ - ز: غير منقوطة في بر.
١٧ - ف ز ق ر: الراء وردت مع علامة إهمال في بر.
١٨ - متقابلتين: متقابلين في بر.
١٩ - واحدة: واحد في بر.
٢٠ - كت: كث في بر.

ه ز ق . وكل واحد من هذه الجيوب معلوم. وزاوية هـ ق ز من مثلث ه ز ق قائمة، ومربعا ز ق ق ه مثل مربع ه ز ، فمربع ه ز معلوم، فجذره معلوم. وقد خرج على هذا الأصل بمقتضى الأرصاد التي ذكرها جزآن ونصف بما به نصف قطر الحامل ستين جزءاً، ونسبته إليه نسبة الواحد إلى الأربعة والعشرين.

وأما نقطة ح وهي أوج الشمس حالة الرصد المذكور فبيّن أنها خمسة أجزاء ونصف من برج الجوزاء. وذلك أن مثلث ه ز ق معلوم الأضلاع. فنسبة ضلع ز ق إلى ه ز وهو قطر الدائرة المخطوطة على مثلث ه ز ق معلومة. فإذا جعل ه ز ماية وعشرين جزءاً كان ز ق معلوماً بهذه الأجزاء. فالقوس الراكبة عليه من الدائرة المحيطة بالمثلث معلومة. فزاوية قهز بما به زاويتين قائمتين شس جزءاً، وتكون بما به أربع زوايا قائمة شس جزءاً معلومة، وهي مقدار قوس ا ح من فلك البروج لأنها على مركز ه .ونقطة ب فرضت للانقلاب الصيفي. فبُعد نقطة ح أعني أوج الشمس من نقطة الانقلاب الصيفي معلوم. وخرجت له هذه القوس أربعة وعشرين جزءاً ونصف. وكذلك وجدها في كتب / ابرخس ١١٤ و
وكان بينهما نحو من مائتي وتسعين سنة، فحكم بأنَّ أوج الشمس ثابت لا ينتقل.

ولما أحبّ بطلميوس أن يبين كل واحدة من قوسي ط م م ل أخذ من القوس التي حازها خطا ا ه ه ب من الفلك الحامل التي هي قوس طخك ، وهي على ما تقدم بيانه صج ط ، فاسقطها من قف جزءاً فكان الباقي هو ما يقع فيما بين خطي جـ ه ه ط لأن مجموعها نصف الفلك الحامل بالضرورة. فحصلت له قوس ل م وهي التي تقع في الربع الخريفي من الفلك الحامل، ومبلغها فو جزءاً نا دقيقة. ونُقص هذا القوس من ط م ل ، وهي ما وقع في النصف الجنوبي من البروج من الحامل، فبقيت القوس التي فيها بين نقطة الانقلاب الشتوي ونقطة الاعتدال الربيعي فح جزءاً مط دقيقة. ولو نقصنا صا جزءاً يا دقيقة، وهي التي احتوى عليها الربع الصيفي، من قف كما سبق لكان الحاصل كذلك أيضاً.

---

٣ ـ جزآن: جزاآن في بر.
١٥ ـ طخك : طحك في بر.
١٦ ـ فاسقطها: فاسقطنا في بر.

ثم استخرج ما بين القوسين، زمان مكث الشمس في هذين الربعين فقال إن الشمس تقطع بمسيرها المستوي القوس التي في الربع الخريفي في فح يوماً وثمن يوم، وتقطع القوس التي في الربع الشتوي في ص يوماً وثمن يوم. وهذه الأيام مع الأيام التي ذكرت في النصف الشمالي من البروج مساوية لأيام سنة الشمس بالتقريب.

وهذه الطريقة التي سلكها في تحصيل هذين المطلوبين ليست بصالحة. وقد كان يمكنه أن يستعمل خيراً منها. وذلك أنَّ رصده حلول الشمس نقطة الانقلاب غير موثوق به لعسر بيانه بالآلات لقلة ميل أجزاء البروج التي حول نقطتي الانقلابين. وكذلك أيضاً يقلُّ تفاوت أظلال المقاييس.

والأولى لمن أراد هذا المعنى أن لا يرصد الشمس في نقطتي الانقلابين ولا فيما يقرب منهما، لكن عندما تكون الشمس في أنصاف هذه الأرباع، أعني نصف الثور ونصف الأسد ونصف العقرب ونصف الدلو. فإنَّ الميل في هذه المواضع يكون متساوياً. وانتقال الشمس في هذه النقط الأربع في الميل ليس بقليل.

فأمَّا أوج الشمس عند المتأخرين فوجدوه في درجات أكثر من برج الجوزاء ممَّا وجده بطلميوس. فحكموا بأنَّ أوج الشمس متحرك.

ووجدوا ما بين المركزين ينقص عمَّا نصَّ عليه بطلميوس - أعني ما بين مركز البروج ومركز الحامل للشمس - بقريب من نصف درجة.

فصل: في وسط الشمس وأوجها وخاصّيتها وتعديلها ومقوّمها.

أمَّا وسط الشمس فقوس من دائرة البروج من أول الحمل شبيهة بقوس من فلك الحامل للشمس ينفرز فيها بين الخطين المستقيمين الخارجين من مركزه إلى محيطه، أحدهما موازٍ للخط المستقيم الخارج من مركز البروج إلى أول الحمل، والآخر يصل بين مركز جرم الشمس ومركز الخارج. وهذه القوس من البروج يفرزها خط يخرج من مركزه موازٍ للخط الواصل بين مركز جرم الشمس ومركز حاملها.

---

٣ - الربع: مخرومة في بر. يوم: يوماً في بر.
٥ - ليست: ليس في بر.
٦ - خيراً: خير في بر. موثوق: كتبت أكثر وضوحاً على هامش بر.

وأمّا أوجها فقوس من فلك البروج /فيما بين أول الحمل ونقطة من محيطه انتهى إليها الخط المارّ بمركزي البروج والحامل وبعدها الأبعد. وخاصتها قوس من فلك البروج فيما بين طرفي هذا الخط والخط الخارج من مركز البروج الموازي للخط الواصل بين مركز الشمس ومركز حاملها. وهي بعينها القوس الباقية من الوسط بعد نقصان الأوج منه.

وأمّا تعديلها فقوس من فلك البروج فيما بين الخطين الخارجين من مركز البروج إلى محيطه فيمرّ أحدهما بمركز الشمس والآخر يوازي الخط الواصل بين مركز الفلك الحامل وبين مركز الشمس، وهي بمقدار الزاوية التي يحيط بها هذان الخطان عند مركز البروج. وهو أيضاً مقدر بالزاوية التي تحصل عند مركز الشمس من التقاء الخطين الواصلين إليه من مركز الحامل ومركز البروج. وغايته على الفصل المشترك بين الحامل والخط الخارج من مركز البروج القائم على الخط المارّ به وبمركز الحامل. وهنالك توجد الحركة الوسطى للشمس. وهذه القوس، أعني التعديل، يزاد على وسط الشمس تارة وينقص أخرى فيحصل مقومها. فمتى كانت خاصة الشمس أقل من قف ينقص التعديل من وسط الشمس، ومتى كانت الخاصة أكثر من قف يزاد التعديل عليه. فما بلغ الوسط بعد الزيادة والنقص كان مقوم الشمس، وهو موضعها بالحقيقة من فلك البروج.

ومقوم الشمس قوس من فلك البروج فيما بين أول الحمل وموضع الشمس بالحقيقة من البروج. وإن شئت قلت مقوم الشمس قوس من فلك البروج فيما بين أول الحمل وخط مستقيم يخرج من مركز العالم إلى مركز الشمس ثم إلى موضع من فلك البروج.

والبعد الأوسط للشمس هو الفصل المشترك بين محيط الحامل والخط الخارج من منتصف ما بين مركز البروج ومركز الحامل قائماً عليه على زوايا قائمة.

وقد غلط في حد وسط الشمس وتعديلها جماعة ممّن يظنّ بهم الفضل من المتأخرين. فمنهم كوشيار والخرقي صاحب التبصرة والزرقالة المغربي. فأمّا كوشيار والخرقي فقالا إنّ وسط الشمس قوس من فلك البروج فيما بين أول الحمل وطرف الخط الخارج من مركز الحامل إلى مركز الشمس إلى محيط البروج. ومقومها قوس فيما بين أول الحمل وطرف الخط المارّ بمركز البروج ومركز الشمس وينتهي إلى محيط البروج. فأمّا مقومها فهو كما ذكروا، وأمّا الوسط فليس كذلك. وقال الخرقي في التعديل إنّه قوس من فلك البروج فيما بين طرفي هذين الخطين المذكورين، وليس كذلك.

وقد قالا أيضاً إنّ تعديل الشمس هو مقدار الزاوية التي تحدث من تقاطع هذين الخطين عند مركز الشمس. وخفي عليهما أن هذه الزاوية لا يكون مقدارها القوس التي بين

---

٧ ـ أيضاً: على هامش ب ت.

طرفي الخطين المذكورين، وأنّها لا تكون قَدرة لقوس من فلك البروج حتى يكون عند مركز البروج لا ناحية عنه، وانّ هذين الخطّين المتقاطعين عند مركز الشمس يحصل بين طرفيهما من فلك / البروج قوس هي في جميع أوضاع الشمس أقل بكثير من تعديلها؛ وهو خطأ فاحش. ١١٥ و

وأمّا الزرقالة المغربي فعاب على بطلميوس حدَّه وسط الشمس من دائرة البروج ولم يتصوّر ما أصّله بطلميوس، وكونه جعل ذلك من البروج، لأنّ قصده إنّما هو معرفة موضعها منه فنقل حركتها الوسطى إلى فلك البروج على الوجه الذي شرحناه ليكون التعديل الذي يلحقها متى زيد أو نقص من الوسط المأخوذ من البروج حصل موضعها منه معلوماً بعد الزيادة والنقصان، وإلّا فلا يصحّ له العمل.

فصل: في ذِكر مَنطقَة البرُوج وَقِسمتهَا بالبرُوج الإثني عَشَر.

ولمّا كان مركز الشمس هو الذي يرسم سطح البروج، وذلك أنّ الفلك الحامل يتحرك إلى المشرق في كل سنة شمسيّة دورة واحدة ويدير معه جرم الشمس، فيرسم مركزها بهذه الحركة دائرة تامة في وسط ثخن الفلك الحامل تسمّى الفلك الحامل لمركز الشمس، فإذا توهم سطح هذه الدائرة قاطعاً للعالم أحدث في سطح الفلك الأعلى دائرة تسمّى فلك البروج، ودائرة البروج، ومنطقة البروج. وهذه الدائرة مقاطعة لدائرة معدل النهار على نقطتين متقابلتين يقال لهما نقطتي الاعتدالين. فالنقطة التي حين تسامتها الشمس تأخذ في الميل عن دائرة المعدل إلى ناحية الشمال يقال لها نقطة الاعتدال الربيعي، وأول الحمل. والتي من حين تفارقها تميل إلى الجنوب عن المعدل تسمّى الاعتدال الخريفي وأول الميزان.

وغاية ميل هذه الدائرة في جهتي الشمال والجنوب عن دائرة معدل النهار ميل متساوٍ. وذلك أنّهم وجدوا غاية قرب الشمس من قطبي المعدل سواء، وعند ذلك تكون الشمس في غاية بعدها عن المعدل في الجهتين. فحين كونها على التوسط فيما بين قطبي المعدل تكون في سطح دائرة المعدل. ولمّا ثبت أنّ ميلها عنه في الجهتين ميل متساوٍ ثبت أنّها قطعت دائرة نصف النهار بنصفين. ودائرة نصف النهار دائرة عظيمة. فدائرة البروج دائرة عظيمة في سطح الفلك الأعلى أيضاً.

---

١ - قَدرة: قدره في بر.
٣ - بكثير: بكثير في بر.
٤ - حدّه: أحده في بر.
١٢ - ويدير: وتدير في بر.

فمن أجل أنَّ دائرة الأفق، وهي ثابتة، تقطع دائرة البروج، وهي دائرة متحركة وليست بقائمة على المحور، بنصفين دائماً فتكون كل واحدة منهما دائرة عظيمة كما تبيّن في آخر كتاب الكرة المتحركة من كتاب أوطولوقس. وقطبا هذه الدائرة، أعني فلك البروج، مائلان عن قطبي دائرة معدل النهار على التبادل. وبين كل واحد منهما وبين القطب المعدّل الذي يليه قوس من الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة مقدارها عند بطلميوس لج نا ، وعند المتأخرين لج له ، وعند آخرين لج لج ، وعند قوم لج ل . وهذه القوس هي غاية ميل الشمس عن معدل النهار على ما بُيّن. وتسمّى القوس المنفصلة من الدائرة المارّة بالأقطاب الأربعة فيما بين معدل / النهار ونقطة أحد المنقلبين الميل كلّه، والميل الأعظم. ١١٥ ظ

وإذا توهّمت دائرة عظيمة تمرّ بقطبي الاعتدالين انفصلت دائرة البروج وسطح الكرة الأعلى بهاتين الدائرتين المارّتين بقطبي البروج بأربعة أقسام متساوية. وإذا توهم ربعان متجاوران من أرباع فلك البروج منقسمين بستة أقسام متساوية حصل في كل ربع منهما فصلان. فنتوهم أربع دوائر عظاماً تمر بقطبي البروج وبهذه الفصول الأربعة فينقسم الربعان المتقابلان لهذين الربعين بستة أقسام متساوية أيضاً. وتنقسم دائرة البروج والسطح الأعلى باثني عشر قسماً متساوية. ويسمّى كل قسم من منطقة البروج والسطح المنخرط الطرفين الذي يحيط به نصفا دائرتين من هذه الستة الدوائر برجاً.

وإذا توهمت هذه الست الدوائر ودائرة البروج قاطعة للعالم حدث في أُكر الكليّة للكواكب دوائر. فالتي تكون في سطح البروج ومراكزها مركزه تكون موازية لدائرة البروج وتسمّى الممثّلات بفلك البروج. والتي تكون مراكزها مركزه أيضاً وتكون في سطوح الدوائر الست التي مرّت بقطبيه تفصل من أفلاك الكليّة للكواكب سطوحاً منخرطة الأطراف وتسمّى بروجاً أيضاً.

وكل كوكب يكون فيما بين سطحي دائرتين من هذه، يقال إنّه في ذلك البرج وبعده عن المنطقة التي في كرته هو أيضاً عرضه. وعرض الكوكب قوس من دائرة عظيمة تمر بقطبي البروج وبطرف الخط المستقيم المخرج من مركز العالم إلى مركز الكوكب وينتهي إلى كرة البروج فيما بين طرف هذا الخط ومنطقة البروج. وهو شبيه القوس التي من الدائرة التي تقع في كرته فيما بين مركزه وسطح دائرة ممثّله الموازية لتلك.

فنتوهّم أنَّ كل واحدة من القسي الاثنتي عشرة من فلك البروج منقسمة بثلاثين قسماً

---

٢ ـ واحدة: واحد في بر. كما تبيّن: بما بين في بر.
١٦ ـ الكليّة: غير منقوطة في بر.
٢٥ ـ مركزه: على هامش بر: «أي مركز الكوكب».
٢٦ ـ الاثنتي عشرة: الاثني عشر في بر. ثلاثين: ثلثين في بر.

متساوياً يسمّى كل قسم منها درجة. فينقسم فلك البروج كلها بثلاثمائة وستين جزءاً، وكل برج من الاثني عشر بثلاثين.

فإذا تُوهمت دوائر عظام تمرّ بقطبي البروج وبهذه الأقسام انقسم سطح كرة البروج بثلاثمائة وستين قسماً متساوية. وتسمّى أجزاء منطقة البروج درج السوا لتتميّز بهذا الإسم عن غيرها.

ونتوهم كل قسم من هذه الأقسام منقسماً بستين قسماً متساوية تسمّى دقائق. وكل دقيقة مقسومة بستين قسماً تسمّى ثواني. وكل ثانية بستين قسماً وتسمّى ثوالث. وهكذا تجري أجزاء الثوالث وأجزاء أجزائها إلى العواشر. وعلى هذا النمط من القسمة نتوهم في كل دائرة من الدوائر التي نريد قسمتها بالوهم، وأمّا بالفعل فبقدر ما يمكننا.

وأمّا أقسام دائرة معدل النهار فخصصوها باسم الأزمان، وأجزاء المطالع في موضع، والدائر من الفلك في آخر.

وأمّا أجزاء فلك التدوير، أعني حركة الكوكب على محيط التدوير فسمّاها بطلميوس أجزاء الاختلاف / وعند المتأخرين تعرف بالخاصة. وأمّا حركة مركز التدوير فتعرف بالوسط. ١١٦ و

وقد لقبت الأوائل الأقسام الإثني عشر المسمّاة بروجاً فسمّوا كل برج باسم الصورة التي وجدت حالة القسمة مسامتة ذلك البرج. وجعلوا لها أوّلاً بالفرض ليكون ذلك معلوماً بين المتخاطبين من أهل هذه الصناعة. فأول ذلك الحمل، ويليه من جهة المشرق الثور، ويلي الثور من شرقيه التوأمان، ويسمّى الجوزاء. والجوزاء صورة الجبّار. ثم على الوصف المذكور برج السرطان، ثم برج الأسد ثم برج العذراء ويسمّى بالسنبلة لأجل السنبلة التي في يدها اليمنى. ثم برج الميزان، ثم برج العقرب، ثم برج القوس ويسمّى بالرامي. ثم الجدي، ثم ساكب الماء ويسمّى بالدلو. ثم السمكتان ويسمّى برج الحوت. وآخر هذا البرج متصل بأول الحمل، وقد كملت منطقة البروج.

وعلى الدائرة الممثلة بفلك البروج وحولها في كرة الفلك الثامن جمل من الكواكب متشكلة بأشكال قد شبهت بحيوانات وغيرها. فحصروا منها في صور ثمانية وأربعين، وما

---

١ - متساوياً: متساوية في بر.

٢ - ثلاثين: كذا في بر وسوف نتبع الهجاء المتعارف الآن دون الإشارة إليه بعد الآن.

٤، ٦ - متساوية: كذا في بر.

٦ - نتوهم: غير منقوطة في بر ويصح أن تقرأ يُتوهّم كما في الحالات الأخرى من هذا الكتاب إذ المقصود ليس واضحاً.

١٤ - الأقسام: لأقسام في بر. فسّموا: فسمّو في بر.

١٥ - البرج: البروج في بر. أوّلاً: أوّل في بر على أنها ممنوعة من الصرف رغم أنها ليست صفة هنا. القاموس مادة (وأل).

٢٠ - هذا: هذه في بر.

يقرب منها ألف وخمس وعشرون كوكباً؛ منها تسعمائة وسبعة عشر كوكباً داخل الصور المذكورة ومائة وثمانية كواكب بالقرب من الصور يقال لها خارجة عن الصور.

وقيل إنّ الواضع لهذه الصور أمريس الشاعر اليوناني. وهذه الكواكب هي التي رصدت أطوالها وعروضها، وهي مختلفة المقدار فحصروها في أقدار ستة. فالتي هي أكبر جعلوها في العدد الأول، وما دونها في العظم جعلوها في القدر الثاني، والتي دون هذه في القدر الثالث، وهكذا إلى السادس. ثم لمّا رأوا أن الكواكب التي في القدر الواحد من هذه الأقدار تتفاوت تفاوتاً يسيراً جعلوا كواكب كل قدر منها على ثلاث مراتب: أعظم وأوسط وأصغر. فصارت مراتبها ثمانية عشر. وما دون ذلك سمّوه خفياً ولم يثبتوه.

فمن هذه الصور الثمانية والأربعين صور البروج الاثني عشر وهي على منطقة البروج وعن شمالها وجنوبها. ومن أجل هذه الصور سمّوا البروج بهذه الأسماء لأنهم تصوّروا في البرج الأول صورة كبش مقدمه إلى المغرب ومؤخره في المشرق وقد عطف رأسه كأنّه يحك ظهره. وظهره في جهة الشمال، ورجلاه على رأس صورة قيطس في الجنوب.

وفي البرج الثاني صورة مقدم ثور مقطوع من سرّته، ووجهه نحو المشرق، وقد غوّر رأسه في صدره.

وفي البرج الثالث صورتي صبيين عريانين معتنقين بيديهما متوجهين نحو المغرب، رأساهما إلى الشمال والمشرق وأقدامهما نحو المغرب والجنوب. وقد رفع المقدم منهما يده اليسرى حذو رأسيهما ورفع الثاني يده اليمنى.

وفي البرج الرابع صورة سرطان ووجهه نحو المشرق.

وفي البرج الخامس صورة أسد، ووجهه نحو المغرب وظهره / إلى الشمال. ١١٦ ظ

وفي البرج السادس صورة امرأة طويلة جداً ذات جناحين مرسلين مع جنبيها، رأسها إلى المغرب فيما بين ذنب الاسد ورجليه المؤخرة وقدميه نحو المشرق. ويدها اليسرى مسبلة مع جنبها، وعلى كفها اليسرى السماك الأعزل المسمّى بالسنبلة عند المتأخرين. واليد اليمنى مرفوعة حذو منكبها وقد قبضت بها سنبلة فيها ثلاثة كواكب عليها صورة سنبلة تسمّى هذه الكواكب السنبلة والهلبة والظفيرة، ولهذا سمّيت بالسنبلة.

وفي البرج السابع صورة ميزان وهما الكفتان نحو المغرب وعموده نحو المشرق.

وفي البرج الثامن صورة عقرب رأسها نحو المغرب وقد جرّت عمود الميزان وبعض خيوطه بين يديها، وذنبها نحو الجنوب والمشرق.

---

٣ ـ أمريس: هو هوميروس حسب التهجئة الحديثة.

١٦ ـ رأساهما: رأسهما في ب.

والبرج التاسع صورة حيوان مركّب، مقدمه أعـالي صورة إنسـان في جهة الشـمال عليه عمامة ذات ذوائب ملتفة، وفي يده قـوس وقد فـوّق سهمه مستقبـلاً نحو المغـرب ولهذا سمّي الرامي. ومؤخر هذه الصورة في المشرق صورة حيوان ذي أربع قوائم شبيهة بقوائم الفرس في جهة الجنوب. وفيما بين يديه الإكليل الجنوبي.

وفي البرج العاشر صورة مركبة مقدمها إلى المغرب صورة مها ذي قرنين شامخين، رأسه ويـداه إلى المغرب وظهـره في الشمال. ومؤخره صورة ذنب سمكـة ملتف وليس لهـا رجـلان، ويسمّى بالجدي.

وفي الحادي عشر صورة إنسان رأسه في جهة الشمال ورجلاه في جهة الجنوب متوجه إلى المغرب قد مدّ يده اليسرى فوق ظهر الجدي وهي طويلة جـداً بالنسبة إلى صورتـه. وفي يده اليمنى كوز وقد سكب منه ماء فجرى ذلك الماء في ساقية على تعـريج إلى تحت قـدميه ثم إلى فم الحوت الجنوبي.

وفي البرج الثاني عشر صورتا سمكتين يصل ما بين ذنبيهـما كواكب عـلى تعريج يسمّى خيط الكتّان. فأحد هذين الحوتين، وهو المقدم، رأسه إلى المغرب عند مَعْرَفة الفرس الأعظم وذنبه نحو المشرق. والثـاني منهما في جهـة الشمال عن الـبروج رأسه إلى المشرق والشـمال تحت إبط المرأة المسلسلة وذنبه في الجنوب عند قرني الحمل.

فهذا جملة القول عـلى الصور التي لأجلهـا سمّيت البروج بهـذه الأسماء لّما كانت هـذه الصور مسامتة لها. وهذه الصور منتقلة والـبروج ثابتـة. وهذا دليـل على أنَّ العلم الـذي منه استفـاد اليونـانِ معرفـة حركـات النجوم محـدث إذ أول من تكلّم في حـركـة الثـوابت، أعني الكواكب التي أُلفت منها هذه الصور الثمانية والأربعين، ابرخس وتابعه بطلميوس فبـينّ ذلك بالأدلّة الواضحة وبينّ مقدار الحركة. فلو كان العلم الذي منه عرفوا ذلك قديماً لاستحال أن ينتقـل ربع دور فضـلاً عن دور تامّ أو أكـثر ولم يعلموا بـأنَّ الكواكب متحـركة، وقـد كـانـوا يعتقدونها ثابتة على ما يظهر في كلام / بطلميوس وارسطاطاليس وغيرهما. ١١٧ و

فأمّا وصفها في زماننـا فقد انتقلت هـذه الصور عن مسـامتة الـبروج المتوهمـة في الفلك الأعلى حتى كادت تخرج من بروجها المسمّاة بأسمائهـا، إلى حيث بلغ أول كواكب الحمـل وهما الشرطان إلى الدرجة الثالثة والعشرين من برج الحمـل وسيبلغ إلى برج الثـور فيما بعـد. وقد

---

٢ - فوّق: أي جعل لسهمه رأساً أو أدار رأسه. القاموس: «فَوَّقَ السهم: جعل له فُوقاً».
١٠ - تعريج: غير منقوطة في بر قد تُقرأ تفرع أو نحو ذلك.
١٣ - مَعرَفة: موضع العُرف من الفرس. القاموس.
١٩ - الصور: الصورة في بر.
٢٥ - الشرطان: الشرطين في بر.

١١٧و

بقي من صورتي التوأمين في برجها أقدامها فقط، وباقي الصورتين في برج السرطان. وعلى هذا الحال ستنقل هذه الصور مثلاً إلى أن تصير صورة الحمل إلى برج السرطان وصورة السرطان إلى الميزان، وقِس على هذا في الباقي.

فصل: في ذكر منازل القمر.

وقد قسموا منطقة البروج إلى أقسام أُخَر: سبعة وعشرين قسماً عند أهل الهند، وعند العرب إلى ثمانية وعشرين قسماً، وسمّوها منازل القمر.

فأوّل المنازل بالفرض الشرطان، وهما كوكبان من القدر ⌐ الثالث على قرني الحمل معترضان من الشمال إلى الجنوب؛ وقيل ثلاثة كواكب. م ١٩ و

ثم يليه من المشرق البطين، وهو ثلاثة كواكب من القدر الخامس على شكل مثلث حادّ الزوايا على فخذي الحمل وإليته.

ثم الثريّا، وسمّي بالنجم، وهي ستّة كواكب مجتمعة كشكل مروحة مقبضها نحو المشرق وفيه انحناء في جانب الشمال. والمرصود منها أربعة من القدر الخامس كلّها. وهي على سنام الثور.

ثم الدبران، وهي خمسة كواكب يسمّى أعظمها عين الثور، والدبران، والباقية غير مذكورة الأسماء. وشكلها صورة السبعة من حروف الهند، وهي على وجه الثور. والنيِّر منها يسمّى بالدبران وهو على أحد طرفي هذا الحرف من القدر الأول، وموقعه على عين الثور. والذي على طرفه الآخر، من القدر الثالث، على عينه الأخرى. والثلاثة الباقية من القدر الثالث على وجهه. وزاوية هذا الحرف على خطم الثور.

ثم الهقعة وهي ثلاثة كواكب صغار مجتمعة مثل نُقط الثاء، وقد جعلها بطلميوس في الرصد كوكباً واحداً. وهي على وجه الجبار المسمّى بالجوزاء، ولهذا سمّى المتأخرون هذا البرج بالجوزاء.

ثم الهنعة وهي كوكبان من القدر الرابع والثالث على قدمي التوأم المؤخرة.

ثم الذراع المبسوطة وهما كوكبان أزهران من القدر الثاني، وهما على رأس التوأمين.

---

١١ ـ مروحة: مزوحة في بر.

١٨ ـ وجهه: جهة في م. خطم: خط في م.

٢١ ـ البرج: البروج في م.

ثم النثرة وهما كوكبان خفيان من القدر الرابع، والبعد بينهما قيد ثلثي ذراع، وبينهما لطخة سحابية وهي في وسط صورة السرطان. وعوام اليونانيين يسمّون الكوكبين اللذين يليانها بالحمارين. وسمّوا اللطخة التي بينهما بالمعلف تشبيهاً لها بالتبن. ويسمّيان أيضاً منخري الأسد.

ثم الطرف، وهما كوكبان أحدهما على فم الأسد والآخر قدام اليد المقدمة منه. وهما من القدر الرابع.

١١٧ ظ ثم الجبهة وهي أربعة كواكب على تعريج، آخذة من الشمال / إلى الجنوب. أنور
م ١٩ ظ المتقدمين منها من القدر الثالث، والجنوبي من التالين من القدر ⌐ الأول بعده عن منطقة البروج في جبهة الشمال عشر دقائق ويقال له قلب الأسد، ويقال له الملكي. والشمالي من التالين، وهو الرابع، من القدر الثاني.

ثم الزبرة، وهي الخرتان، وهما كوكبان على مؤخر الأسد، والجنوبي منهما من القدر الثالث، والشمالي منهما من القدر الثاني، ويسمّى ظهر الأسد.

ثم الصرفة وهي كوكب واحد على طرف ذنب الأسد من القدر الأول.

ثم العوّاء وهي خمسة كواكب وشكلها كحرف اللام في الخط العربي، وهي آخذة من منكب العذراء اليسرى إلى تحت ثديها اليسرى ثم تنعطف في الشمال إلى تحت ثديها الأيمن. وجميعها من القدر الثالث.

ثم السماك الأعزل، وهو كوكب واحد من القدر الأول على كف العذراء اليسرى.

ثم الغفر، وهو ثلاثة كواكب من القدر الرابع على ذيل العذراء ورجلها المقدمة. وهو منزل خير بَعُد عن شرّين: عن مقدم الأسد ومؤخر العقرب. ويقال إنّه طالع الأنبياء والصالحين.

ثم الزبانا، وهما كوكبان متباعدان على كفّتي الميزان من القدر الثاني.

ثم الإكليل وهو ثلاثة كواكب معترضة من الشمال إلى الجنوب. الأوسط منها متقدم والاثنان تاليان. وهي من القدر الرابع، وهي غربي جهة العقرب.

---

١ - ثلثي: ثلثا في بر وم.
٣ - يليانها: يليهما في بر وم. اللطخة: الطخة في م.
٧ - أربعة: أربع في بر وم. تعريج: غير منقوطة في بر، تفريج في م.
٨ - التالين: الثالثين في بر.
١١ - الخرتان: الخريان في بر. القاموس: الخَراتان.

ثم القلب، وهو قلب العقرب، وهو الكوكب الأحمر الأوسط من الثلاثة التي على بـدن العقرب المصطفة من الغرب إلى الشرق على غير استقـامة، وهـو من القدر الثـاني، والاثنان اللذان قبله وبعده من القدر الثالث.

ثم الشولة، وهي إبرة العقرب، وهما كوكبان متقاربـان على طـرف ذنب العقرب، من القدر الرابع.

ثم النعائم، وهي ثمانية كواكب. فمنها أربعة تسمّى نعـاماً صـادرة، يعني من المجرة، وأربعة واردة أي في المجرة. وذلك أنهم شبهوا المجرة بنهر ماء وردن إليه وصـدرن عنه. وهي على شكلين منحرفين كل شكل منها ذو أربعة أضلاع، وجميعهـا من القدر الثـالث. فالأربعـة الواردة هي التي على قبضة القوس، ونصل السهم، وشبه القـوس الجنوبيـة، ورجل الـدابة. والأربعة الصادرة منها واحد عـلى منكب الرامي اليسرى، وواحـد على فـوق السهم، وواحد على يده ⌐ اليسرى، والرابع تحت إبط الصورة. م ٢٠ و

ثم البلدة، وهي بعد القلادة، وهي موضع صغير مستديـر لا كوكب فيـه شبّهت ببلدة الثعلب وهي ما يكنسه بذنبه.

ثم سعد الذابح، وهما كـوكبان عـلى قرني الجـدي. والجنوبي منهـما من القدر الثـالث. وإلى جانب الكوكب الشمالي منهما كوكب يكاد يلصق به يسمّى ذَبْحه.

ثم سعد بلع، وهما كوكبان الغربي منهما من القدر الثالث، والآخر شرقي عنه قِيـدُ شبر من القدر الرابع. وهما في كف ساكب الماء اليسرى.

ثم سعد السعود، وهما كوكبان، وقيل ثلاثة على المنكب من هذه اليد. والشمالي منهما / ١١٨ و من القدر الثالث، والجنوبي من القدر الخامس.

ثم سعد الأخبية، وهي أربعة كواكب على يد سـاكب الماء اليمنى والكـوز. ثلاثـة منها على شكل ⌐ مثلث حاد الزوايا، والكوكب الرابع في وسـطه، †وهو السعـد والثلاثـة خباؤه†. ں ٩ و والأربعة من القدر الثالث.

ثم يليـه من المشرق الفرغـان. وقـد شبهتهـا العـرب بـالـدلـو وجعلوا هـذه †الأربعـة الكواكب فـروغ† الدلو. وبه سمي البرج الـدلو وهي أربعـة كواكب عـلى مربـع واسع وفيـه

---

١٦ ـ والآخر: ووالآخر في ں.

١٨ ـ سعد: على هامش ں. المنكب: منكب في م، منهما: مكررة في ں.

٢١ ـ وسطه: «وسط هذا المثلث» في ں. †...†: على هامش ں. السعد: ں تضيف «منها».

٢٢ ـ والاربعة: مكررة في ں.

٢٣ ـ الفرغان: الفرغين في ں وم. †...† ں: «أربعة كواكب فروغ».

٢٤ ـ فروغ: بفروغ في ں وم الدلو: بالدلو في ں. أربعة: في ں وم.

١١٨ و

انحراف. وكلها من القدر الثاني. فالفرغ المقدم منها كوكبان متباعدان في الشمال والجنوب. الجنوبي منهما على متن الفرس العظمى، والشمالي على منكبها.

وأمّا الفرغ المؤخر فكوكبان أيضاً متباعدان. الجنوبي منهما على جناح الفرس، والشمالي منهما مشترك بين سرّة الفرس ورأس المسلسلة.

ثم يليه من المشرق بطن الحوت، ويقال له الرشاء، أي رشاء الدلو، وهو كوكب أحمر من القدر الثالث يتصل به عن جانبيه على سطر منحنٍ كواكب خفية ويقابلها سطر آخر مثله يلتقيان بأطرافهما فيحصل منهما صورة حوت. ولهذا سمّي بطن الحوت.

ثم يليه من المشرق الشرطان ويعود الأمر من الرأس وقد تقدم ذكر ذلك. وسنشرح بقية الصور الثمانية والأربعين في موضع آخر إن شاء الله تعالى.

فصل: في ذكر هيئة أفلاك القمر وعدد أكره

ينبغي أن يتوهم للقمر أربع أُكر طباق مجسمات شاملة للأرض، وفلك صغير غير شامل للأرض. فالأول من أفلاكه ⌐ الحاوي لجميع أكره يسمّى فلك الجوزهر إذ بحركته يتحرك م ٢٠ ظ الجوزهران ـ وهما تقاطعا فلك القمر المائل مع فلك البروج. ويحدُّ هذه الكرة سطحان كريان متوازيان مركزهما مركز العالم. السطح الأعلى منهما محوي لمقعر فلك عطارد. وأدناهما حاوٍ للكرة الثانية من أُكر القمر.

وأما الكرة الثانية ـ وتسمّى المائل، لميل منطقتها عن فلك البروج ـ وهذه الكرة الثانية

---

١ ـ الفرغ: الفرع في م. الجنوب: سقطت في م.
٢ ـ الجنوبي: والجنوبي في ى.
٣ ـ الفرغ: الفرع في م وى.
٦ ـ منحنٍ: منحني في جميع النسخ.
٨ ـ الشرطان: الشرطين في جميع النسخ.
٩ ـ إن شاء الله تعالى: سقطت في ى.
١٠ ـ فصل: الفصل الثاني والعشرون في ى. أفلاك: فلك في ى.
١١ ـ يتوهم: نتوهم في م. للقمر: ورد على هامش ب الحاشية التالية: «أما أهل الصناعة ذكروا أنّ للقمر فلكاً كلّيّاً شاملاً [النص: فلك كلي شامل] للأرض يحده سطحان كريان متوازيان مركزهما مركز العالم. السطح الأعلى منها محوي لمقعر فلك عطارد. وأدناهما حاوٍ لمحدب كرة النار. ثم لمّا رأوا [النص: رأو] اختلاف حركاته توهموا له أربع أُكر مجسمات شاملة للأرض وفلكاً صغيراً [النص: فلك صغير] غير شامل، وبنوا على هذه الأصول ما هم (كذا) قصدوه. وهو ما ذكر في الكتاب».
١٢ ـ أفلاكه: أفلاك في م.
١٣ ـ البروج: الجوزهر في ب وم. كريان: سقطت في ى.
١٦ ـ منطقتها: منطها في م.

للقمر شاملة للأرض أيضاً، ويحدها سطحان كريان غير متوازيين. السطح الأعلى منهما محوي لمقعر الكرة الأولى وعلى مركزها - †أعني مركز العالم†. والسطح الأدنى منهما مركزه خارج عن مركز العالم وهو حاوٍ لمحدب الكرة آ الثالثة، يماسّ هذا السطح السطح الأعلى على نقطة ں ٩ ظ مشتركة بينهما تسمّى الأوج. وإذا وصل القمر إلى هذه النقطة كان في أبعد بعده من الأرض. والذي قادهم إلى هذا الاعتقاد - أعني كون مماس السطح الأدنى من سطحي هذا المتمم للسطح الأعلى منها على نقطة مشتركة - هو أنّ الأمر الأمثل والأشبه أن لا يكون ثَمَّ فَضلٌ لا يحتاج إليه. وهذه الكرة مختلفة الغلظ، وهي المتمم الأعلى من متممي الفلك المائل.

والكرة الثالثة الشاملة للأرض من أُكر القمر - وتسمّى الفلك الحامل، لكونها تحمل فلك التدوير - ومنطقتها في سطح / ١١٨ ظ الفلك المائل، يحدّها سطحان كريان متوازيان مركزهما هو مركز السطح الباطن من الكرة الثانية، وهو الخارج عن مركز العالم. السطح الأعلى منهما محوي لمقعر الكرة الثانية. وأدناهما حاوٍ لمحدّب الكرة الرابعة. وبُعد مركز هذه الكرة عن مركز العالم أمّا في الكتاب ي يط بما به† أبعد البعد لمركز التدوير ستين جزءاً، وبما به† نصف قطر الحامل مط ما؛ وعلى ما في الاقتصاص على أن نصف قطر الحامل ستين جزءاً يب ل بالتقريب.

والكرة الرابعة الشاملة للأرض أيضاً يحدّها سطحان كريان غير متوازيين. السطح الأعلى منهما محوي لمقعر الفلك الحامل. والسطح الأدنى حاوٍ لمحدب كرة النار. وهذا السطح أيضاً يماس السطح الأعلى من هذه الكرة على نقطة مشتركة بينهما تسمّى حضيض القمر، لأنّ جرم القمر إذا وصل إليها كان في أقرب قربه من الأرض. ومركز هذا السطح هو مركز العالم. وهذه الكرة هي المتمم ⌐الأدنى من كرة المائل وهي غير متساوية الثخن. م ٢١ و

وأمّا فلك التدوير فجسم كري غير شامل للأرض مغرق في ثخن الفلك الحامل فيما بين سطحيه المتوازيين بحيث يساوي قطره ثخنه، ويماس سطحه سطحيه على نقطتين

---

٢ - لمقعر: لمغفر في م. †...†: سقطت في ں.
٣ - وهو: سقطت في ں، حاو: حاوي في ں. على: على هامش بر.
٥ - مماس: مماسة في ں.
٧ - الغلظ: الغلط في م. الأعلى: الاعلا في ں.
٨ - للأرض: الأرض في ں.
٩ - ومنطقتها: ومنطقها في م.
١٠ - الخارج: خارج في ں.
١٢ - الكتاب: المقصود هو المجسطي. انظر مثلاً مقالة ٥ فصل ٥. †...†: سقطت في ں.
١٣ - وعلى: على في م.
١٦ - الفلك: فلك في ں.
١٩ - وهي: سقطت في بر و م.

١١٨ ظ

مشـتركتين بينهـما. وجرم القمـر جسم كري مغـرق في فلك التدويـر، يماس سـطحـه سـطح التدوير† على نقطة مشتركة بينهما†. ومنطقة كرة التدوير ومـركز القمـر في سطح الفلك المـائل دائمـاً. وميل هـذا الفلك المائـل عن الممثل في كـل واحدة من جهتي الشـمال والجنوب خمس درجات من الدائـرة العظمى المخـطوطة عـلى أقطاب الفلكـين ـ أعني الفلك المائـل ـ والفلك ب ١٠ و الممثل على ما تبيّن لبطلميوس بالأرصاد. وزعم الخوارزمي أنّه أربعة ونصف.

وهذا الفلك المائل يقاطع الفلك الممثل على نقطتـين متقابلتـين تسمّى احداهمـا الرأس والأخرى الذنب، وهما منتقلتان، ونقلتهما إلى خلاف التوالي. فإذا توهمت هذه الدائرة المـائلة قاطعة للعالم حدث في السطح الأعلى دائرة مقاطعـة لفلك البروج تسمّى الفلك المـائل للقمـر والتقاطعان اللذان بينهما يسميان الجوزهرين أيضاً.

فصل: في حركات هذه الأُكَر

أما كرة الجوزهر فإنها تتحرك على قطبين هما عـلى محور الـبروج ومنطقتهـا في سطحـه. فتنقل المجازين والسطح المائل للقمر ونهايتي العرض من المشرق إلى المغرب على خلاف توالي البروج في كل يوم †ثلاث دقائق و يا ثانية و يو ثالثة†. ويسمّى أحد هـذين المجازين ـ وهـو الذي إذا وصل القمر إليه انتقـل من الجنوب إلى الشـمال ـ الرأس، والثـاني الذي إذا وصـل القمر إليه انتقل من الشمال إلى الجنـوب يسمّى الذنب. وعلمت هـذه الحركـة بانتقـال هذين المجازين لأنَّ الكسوفات القمريَّة لا تكون إلاَّ في أحد هذين المجازين أو قريباً من أحدهمـا. ولا تكون في جزء بعينه من فلك البروج دائماً.

---

٢ ـ †...†: سقطت في ب.
٣ ـ هذا: سقطت في بر و م. عن الممثل: سقطت في ب. واحدة: واحد في م.
٥ ـ بالأرصاد: بارصاد في م. وزعم: وعند في ب.
٦ ـ إحداهما: أحدهما في بر.
٧ ـ منتقلتان: منتقلان في ب.
٨ ـ حدث: حدثت في ب. لفلك: الفلك في م. للقمر: ب تضيف «ويسمّى».
٩ ـ يسمّيان: سقطت في ب.
١٠ ـ فصل: الفصل الثالث والعشرون في ب، الأكر: «الكرة القمريّة» في ب.
١١ ـ ومنطقتها: ومنطقها في م.
١٢ ـ ونهايتي: ونهايتا في ب.
١٣ ـ †...†: لم يرد هذا العدد في المجسطي ولا في الاقتصاص، وفي ب: «ثلث دقائق وإحدى عشرة ثانية وثلث عشرة ثالثة».
١٤ ـ والثاني: والمجاز في ب.
١٥ ـ القمر: سقطت في ب.
١٦ ـ قريباً من: «قريب من» في بر و م، «بقرب» في ب، ولا: «وهي لا» في ب.

وهذا الفلك إذا تحرك نقل معه جميع أفلاك القمر، فينتقل بهذا السبب المجازان عن الخطّين اللذين يخرجان من مركز العالم / فيمرّان بهما وبالجزئين اللذين كانا على سمتهما من البروج. † ١١٩و

وأما †الفلك الثاني - ويسمّى المائل - فإنّه يتحرك على قطبي سطحه العالي ومحوره، وهو مقاطع لمحور البروج عند مركز البروج. ومنطقته مقاطعة لمنطقة البروج، ولهذا سمّي م ٢١ ط بالمائل. وغاية ميله في جهتي الشمال والجنوب بقدر واحد وهو خمس درج. وهذا الميل ثابت على حاله لا يزيد ولا ينقص. وحركة هذا الفلك في كل يوم إحدى عشرة درجة † و ط دقائق و ز ثواني و ح ثوالث†، وهي من المشرق إلى المغرب أيضاً. وينتقل بحركته جميع ما فيه من باقي أفلاك القمر. فينتقل بنقلة هذين الفلكين - أعني كرة الجوزهر والمايل - نقطتا ں ١٠ ظ البعد الأبعد والبعد الأقرب† والخارج المركز وفلك† تدوير القمر إلى خلاف التوالي كل يوم بليلته إحدى عشرة درجة † و يب دقيقة و يح ثانية و كد ثالثة†.

وأمّا الكرة الثالثة - وتسمّى الفلك الحامل† - فمتحركة من المغرب إلى المشرق† على قطبين ومحور مواز لمحور المايل، ومنطقتها في سطح المايل. وحركتها مستوية عند مركز البروج على رأيهم؛ فتكون مختلفة عند مركز الحامل لا محالة. ويكون مبلغ حركته في كل يوم أربعاً وعشرين درجة †و كب دقيقة و نج ثانية وكب ثالثة و م رابعة†. وينقل معه فلك التدوير †ومركز القمر مثل ذلك†. فيفضل لمركز التدوير بعد الذي يردّه الفلكان الأوّلان يج ي لد نح. وهذه الحركة تسمّى حركة مركز التدوير في الطول، وهي الحركة الوسطى للقمر.

---

١ - نقل: ينقل في ں. المجازان: المحازين في ں
٢ - وبالجزئين: بالجزئين في بں و م. على: سقطت في بں و م.
٣، ٤ - †. . . †: سقطت في م.
٥ - ولهذا سمّي: وسمّي في ں،
٦ - بالمائل: ں تضيف: «أي لميله عن فلك البروج». درج: ں تضيف: «علمت بالرصد».
٧ - إحدى عشرة: أحد عشر في جميع النسخ. †. . . †: «وتسع دقائق وثلث» في ں.
٨ - وينتقل: وينقل في ں.
٩ - نقطتا: ونقطتي في ں.
١٠ - †. . . †: ں «والفلك الحامل وينتقل بواسطة الحامل فلك».
١١ - إحدى عشرة: أحد عشر في بں و م، «أحد» على هامش م.
١١ - †. . . †: ں: «واثنتي عشرة دقيقة وثمان عشرة ثانية واحدى وخمسين ثالثة».
١٢ - †. . . †: «فتتحرك» في ں.
١٣ - المايل: ں تضيف «من المغرب إلى المشرق». وحركتها: وحركته في ں.
١٤ - ويكون مبلغ: ومبلغ في ں. أربعاً: أربعة في جميع النسخ.
١٥ - †. . . †: ں: «وثلثة وعشرين دقيقة».
١٦ - †. . . †: سقطت في ں.
١٧ - يج ي لدنح: يج ي كح في ں. الوسطى: الوسطا في ں.

وإذا أضيف إليها نقلة الجوزهر إلى خلاف التوالي كانت هي الحركة في العرض. وإذا نُقّص منها الحركة الوسطى للشمس ليوم يبقى بعد مركز الشمس من مركز التدوير. وهذا البعد متى ضعّف سمّي البعد المضاعف، وهو بعد †مركز التدوير من أوج الحامل للقمر†.

وأمّا الكرة الرابعة وهي المتمم الداخل فمتحرك بحركة المتمّم الخارج وتابع له.

وأمّا فلك التدوير فإنه يتحرّك على مركزه فينقل جرم القمر معه في كل يوم † يج درجة ج نج نو †، أمّا في أعالي التدوير فإلى خلاف التوالي، وأمّا في أسافله فإلى التوالي، وسطح التدوير ـ وهو الذي يرسمه مركز القمر في سطح الفلك الحامل دائماً ـ وتُسمّى هذه الحركة الخاصة للكوكب، لأنّها تنقل جرمه؛ وتسمّى بالاختلاف، لأنّ بها يحدث لحركته المرئيّة اختلاف فتزيد أو تنقص عن الوسطى.

فهذا رأي الأوائل والمحدثين في أفلاك القمر ونعت حركاتها. وعندهم أنّ الخط
المستقيم الواصل بين ذروة التدوير الوسطى ومركز التدوير يمر بنقطة ⌐مما يلي البعد الأقرب من م ٢٢ و
الحامل على الخط الواصل بين مركز العالم ومركز الحامل.˥ ويبعدها عن مركز العالم كبعد ٮ ١١ و
مركز العالم من مركز الحامل. وهي متحركة بحركة هذا الخط، †وكذلك مركز الحامل. وهذا
الخط يتحرك بحركة فلك الجوزهر وبحركة† الفلك المائل المحركين للأوج إلى خلاف التوالي.
وتسمّى هذه النقطة نقطة المحاذاة. /وقد بينّ ذلك بطلميوس بأرصاده وأرصاد غيره في كتاب ١١٩ ظ
المجسطي، فقال: إن النقطة التي يصلح أن يجعل مبدأ الحركة الخاصة للقمر منها في جميع
حركاته الجزئية تكون دائماً هي ومركز التدوير والنقطة التي تسمى نقطة المحاذاة على خط

---

٣ ـ ضعّف: أضعف في ٮ. سمّي: يسمّى في ٮ. المضاعف: المضعّف في ٮ. †...†: «أوج الحامل من مركز التدوير» في ٮ.

٥ ـ فلك: الفلك في م. فينقل: فينتقل في ٮ.

٥، ٦ ـ †...†: ٮ «ثلث عشر درجة وثلث دقائق وثلث وخمسين ثانية وستة وخمسين ثالثة».

٦ ـ درجة: درج في بر سقطت في م. في: سقطت في م.

٨ ـ بالاختلاف: باختلاف في م.

٩ ـ فتزيد: ٮ تضيف «الحركة المرئية». الوسطى: الوسطا في ٮ.

١٠ ـ حركاتها: حركاته في ٮ.

١١ ـ البعد: الأبعد في بر.

١٢ ـ ويبعدها: بعدها في ٮ، كبعد: لبعد في م.

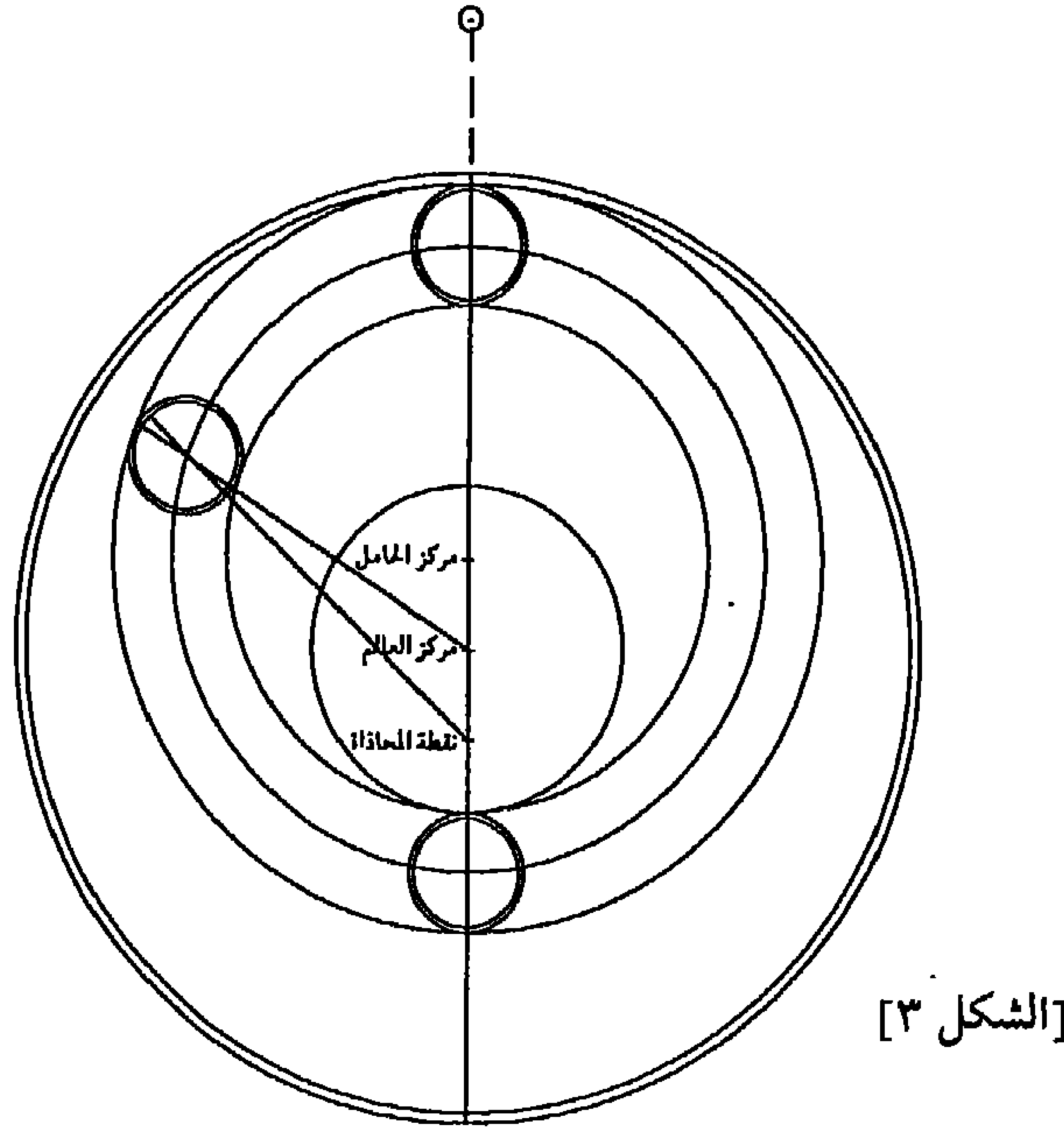
١٣ ـ وهي: فوق السطر في ٮ. بحركة: فوق السطر في ٮ.

١٣، ١٤ ـ †...†: ٮ: «المار بالأوج والحضيض، وحركة هذا الخط هي بحركة». المحركين: المحرك في ٮ. التوالي: سقطت في ٮ.

١٥ ـ ذلك بطلميوس: كذا في ٮ، بطلميوس ذلك في بر وم.

١١٩ ظ

مستقيم. وهذه الذروة هي التي نسمّيها الذروة الوسطى والمستوية أيضاً، والله أعلم. [انظر الشكل (٣)].



[الشكل ٣]

فصل: في الإختلافات التي تلحق حركة القمر.

ولمّا تبيّن أن القمر متحرك على فلك تدوير وأن غاية الاختلاف الذي يلحق مسيره من جهة التدوير خمس درجات ودقيقة واحدة، وذلك متى كان في الاجتماع والاستقبال، وسبع درجات وثلثا درجة متى كان في التربيعين من الشمس، فلا يكون مركز الحامل هو مركز العالم وإلاّ آ لما اختلفت غايتا التعديل. فيلزم من هذا أن يكون مركز الحامل للتدوير خارجاً عن مركز العالم. فإذا تحرك مركز التدوير من نقطة البعد الأبعد نحو البعد الأقرب أوْتر نصف قطر التدوير زاوية عند مركز العالم أعظم من الزاوية التي كان يوترها حين كان مركز التدوير عند البعد الأبعد، إلى أن يبلغ مركز التدوير أقرب قربه. فتكون الزاوية التي يوترها عند مركز العالم أعظم الزوايا. ووُجد له ذلك في التربيعين معاً. وتأكّد ذلك بفضل تفقّد وبأرصاد كثيرة. ب ١١ ظ

١ ـ الذروة: الزاوية في م. الوسطى: الوسطا في ب. والله أعلم: سقطت في ب وتضيف «وهذه الصورة». م تضيف «بالصواب». أما الصورة فلم ترد في م و ب. ووردت مشوّهة في بر.
٣ ـ فصل: الفصل الرابع والعشرون في ب. الاختلافات: اختلاف في م.
٤ ـ وأن غاية: على هامش م. الذي: التي في بر و ب، الذي على هامش بر وفي م.
٦ ـ وثلثا: وثلثي في ب. الحامل: ب تضيف: «للتدوير».
٧ ـ غايتا: غاية في ب. فيلزم: ويلزم في ب. للتدوير: لتدوير في م.

فعلم أن مركز التدوير إنّما يقارن الشمس ويقابلها وهو في بعده الأبعد من مركز العالم، م ٢٢ ظ ويربّعها وهو في بعده الأقرب منه، وليس ذلك في أجزاء بعينها من فلك البروج. ⌝فعلم من ذلك أنّ أوج القمر غير ثابت في موضع بعينه من فلك البروج. وهذا دليل بيّن صحيح.

وقد رام الخرقي صاحب كتاب التبصرة أن يستدل بهاتين المقدمتين على أنّ أوج القمر متحرك إلى خلاف التوالي، فلم يتمّ دليله، لأنّه يقول لا يكون أوج القمر متحركاً إلى التوالي† لأنّه لو كان أوج القمر متحركاً إلى التوالي†، فإن كان حركته مساوية لحركة مركز التدوير لكان مركز التدوير لازماً لنقطة البعد الأبعد، ولو كانتا مختلفتين لما اختص أعظم الاختلافات بالتربيعات. فثبت أنّه متحرك إلى خلاف التوالي.

وهذا القول فاسد لأنّ عندنا مقدّمة معلومة الصدق. وهي أنّ الفلك الموافق المركز الحاوي للفلك الخارج المركز متى تحرك على محور سطحه الأعلى المار بمركز العالم، وكان محوره لا يمرّ بمركز الخارج، حرّك معه الفلك الخارج المركز بحركته تحريكاً بالضرورة، وإلّا لزم الخرق.

فيلزم من هذا أنّ كل متمّمين متكافئين ـ / أعني أن تكون ثخانة أحدهما مقارنة لرقة ١٢٠ و الآخر ـ ويكون فيما بينهما كرة متوازية السطحين ـ †وهي الكرة الخارجة المركز، وهي† فيما بين السطح الأدنى من المتمّم الأعلى وبين السطح الأعلى من المتمم الأدنى ـ ⌝ فإن المتمّم الأعلى ب ١٢ و متى تحرك على مركز سطحه الأعلى، ولم يكن محوره الذي يتحرك عليه ماراً بمركز الكرة المتوازية السطحين، حرّك معه الكرة المتوازية السطحين† والمتمّم الأدنى بالضرورة.

فأمّا الكرة المتوازية السطحين† †فعُلم وجودها وحركتها بقرب مركز التدوير في التربيعين وبعده في المقارنة والمقابلة†. وأمّا المتمّم الأدنى فيستحيل أن يكون له حركة غير حركة المتمّم الأعلى.

وأظنّ أن المتأخرين جعلوا المتمّمين كرة واحدة كذلك. ويظهر من ذلك أن المائل إذا

---

٦ ـ †...†: على هامش ب. فإن كان: سقطت في ب، فإن في م. حركته: وحركته في ب.

٧ ـ اختص: اخص في ب.

٨ ـ بالتربيعات: بالتربيعين في ب.

٩ ـ فاسد: ب تضيف: «من وجوه الأول». لأنّ: أن في ب. المركز: ب تضيف: «أعني الذي مركزه مركز العالم».

١٢ ـ كل: سقطت في م. متكافئين: متكافين في ب و م. ان: سقطت في ب.

١٣ ـ †...†: ب: «أعني».

١٦، ١٧ ـ †...†: سقطت في م.

١٧ ـ فأمّا: وأمّا في ب.

١٧، ١٨ ـ †...†: ب: «فلا يعلم وجودها إلّا بأن يكون لها حركة خاصة غير تلك الحركة».

٢٠ ـ المتأخرين: «الأولين لذلك» في ب وعلى هامش ب الحاشية التالية: «منهم أبو الوفاء البوزجاني لأنّه قال: ينبغي أن نتصوّر في أمور القمر فلكاً في سطح البروج شبيهاً [النص: سبها] به وعلى مركزه يكون بعده=

تحرك على محوره وهو قائم على السطح الذي فيه القطر المارُّ بمركـز الكرتـين، حرّك معـه البعد الأبعـد، وحرّك الفلك الخـارج المركـز وفلك التدويـر. وإذا تحرك الفلك الخـارج حرك فلك التدوير أيضاً. فيحصل للتدوير حركتان.

ولمّا فرض أنَّ حركة الخارج مساوية لحركة الأوج التي هي حركـة المائـل، وقد فـرضهما على التوالي، فيتحرك مركز التدوير بحركة الأوج بالعرض وبحركة الخارج أيضاً حركـة أخرى مثلها بالفرض. فيلزم أن يكون بعـد مركـز التدويـر من الأوج كبعد الأوج من النقـطة ⌐التي م ٢٣ و كان اجتماعهما مع الشمس عندها. فيكون الأوج متوسطاً بين مركز التـدوير وبـين النقطة التي كان الاجتماع عليها.

وقد قال إنَّ مركز التدوير يكون في بعده الأبعد دائماً. وهذا خُلفٌ لا يمكن وجوده مع فرض حركة الفلك الحامل أصلاً.

وأمّا إذا لم نفرض للحامل حركة أصلاً فأيّ شيء عسى ينقل التدوير فيقرّبه تارة ويبعده أخرى، وهو مقر بذلك.

وأمّا قوله: وإن كانا مختلفين فلا يختصّ أعظم الاختلافات بـالتربيعـين. فهذا كـلام لا يظهر منه شيءٌ. ويمكن معارضته بمثله. فلا يصـحّ أن يستدلّ بـه. لكن لمّا أشكـل عليه أمـره أحال على أمر مبهم.

وأمّا تقرير هذا المطلوب فهو كما أذكره: وذلـك إنّا متى فـرضنا اجتماع الشمس ومركـز التـدوير والبعـد الأبعد ـ أعني الأوج ـ في نقـطة مّا من فلك الـبروج، ثم ساد كـل واحد من

=عن مركز العالم مثل نصف قطر الأرض تسعاً وخمسين مرة بالتقريب. ثم قال: ونتصوّر أيضاً فلكاً ثانياً مسـاوياً لهذا الفلك وعلى مركزه مايلاً عنه. ثم قال: فنتصوّر أيضاً في هذا الفلك فلكاً ثالثاً خارج المركز مثل تصوُّرنا في الشمس. ثم ذكر فلك التدوير. وتابعه الخرقي وقال له ثلاثة أفلاك. وحال فلك الجوزهر مع باقي أفلاك القمر حـال الفلك الأعظم مـع ما تضمّنه من أفلاك الكـواكب. ثم قال: وأمّـا الفلك الثـاني فجسـم كـري يحيط بـه سطحان متوازيان مركزهما ـ وهو مركز الكـرة ـ مركـز العالم؛ السـطح الأعلى منهـما مماسّ لمقعـر فلك الجوزهـر، وأدنـاهما ممـاسّ النار. وهـذا تصريح منـه بما قـال صاحب الكتـاب. وأظنّ أن المتأخـرين جعلوا المتمّمـين كـرة واحدة». كذلك: سقطت في ں. لذلك في ں.

١ ـ بمركز: بمركزي في ں. الكرتين: ں تضيف «أي الحـامل وكـرة المتمّم».

٢ ـ وحرّك: ں تضيف «المائل [على الهامش] أيضاً». الفلك: سقطت في ں، فلك: «معه» في ں.

٦ ـ بالفرض: بالعرض في ں.

٩ ـ وهذا: هذا في ں. خُلفٌ: خَلَفَ في م.

١١ ـ فأيّ: فإنه في ں.

١٣ ـ أعظم: مكررة في ں.

١٤ ـ شيء: ں تضيف «أصلاً». ويمكن: ويمكني في ں.

١٦ ـ أذكره: اصفه في ں.

الشمس والمركز بما له من الحركة †إلى التوالي†، وفرض الفلك الحامل متحـركاً ˥إلى التـوالي، ں ١٢ ظ وأمّا الشمس فمتحركة إلى التوالي، ومعلوم بما قد وجد للشمس ولمركـز التدويـر من المسيرات الوسطى، يكون بعد مركز التدوير عن النقطة التي فرض الاجتماع فيها إلى حين تربيعه الأوّل للشمس إنّما يزيد على الربع الذي هو بعد مركز التدويـر من الشمس بقدر حـركة الشمس في †مقدار الزمان الذي يبعد فيه القمر هذا† الربع وهـو سبعة أيـام وربع وثمن تقـريباً ـ وذلـك سبعـة أجزاء وربـع بالتقـريب. فيكون بُعـد/مركـز التدويـر من نقطة الاجتـماع صزَ جـزءاً وربعاً.

فالأوج إن كان ساكناً فهـو على هـذه النقطة ـ أي نقـطة الاجتماع ـ أو فيـما بينها وبـين مركز التدوير، إن كان متحركاً إلى التوالي؛ †لأنّ التدوير يكون قد تحرك بحركة الأوج وحركة الخارج، فيكون سابقاً للأوج†. فيكون بعد مركز التدوير من الأوج إمّا صَ جـزءاً وربعاً أو أقل من ذلك، وقد وجد في الحضيض. هذا خُلفٌ. فبطل أن يكون الأوج ساكناً أو متحركـاً إلى التوالي. فيكون متحركاً إلى خلاف التوالي.

لكن في هذا القياس مقدمة غير معلومة الصدق؛ وهي فرضنـا مركـز التدويـر متحركـاً بالحامـل إلى التوالي. فـأمّا إذا فـرضنا مـركز التـدوير متحـركاً بـالحامـل إلى ˥خلاف التـوالي م ٢٣ ظ ومتحـركاً بـالأوج إلى التوالي لم يلزم شيءٌ من المحـال اللازم من مـذهبهم بـل هـو صحيـح. وسنشرح ذلك بفضل قول إن شاء الله تعالى.

فأمّا حركات أفلاكه فهي أربعة: حركة فلك الجوزهر، وحركة الفلك المائـل، وحركـة الحامل لمركز التـدوير ـ وكـل واحدة من هـذه مستويـة عند مـركز العـالم على رأي بـطلميوس

---

١ ـ والمركز: ں تضيف: «الذي للتدوير». †...†: سقطت في ں. الفلك الحامل: مـركز التـدوير في ں.

٢ ـ وأما الشمس: والشمس في ں.

٣ ـ الوسطى: «الوسطا ان» في ں. عن: من في ں.

٥ ـ †...†: ں: «مدة زمان قطع القمر لهذا».

٧ ـ وربعاً: وربع في جميع النسخ.

٨ ـ بينها و: على هامش ں، «بينهما و» في بں و م.

٩، ١٠ ـ †...†: سقطت في ں.

١٠ ـ وربعاً: وربع في جميع النسخ.

١١ ـ خُلفٌ: خَلَف في م.

١٤ ـ بالحامل: سقطت في ں. فأمّا: فا أمّا في م. بالحامل: سقطت في ں. خلاف: على هـامش بں. التوالي: م تضيف «فأمّا».

١٥ ـ ومتحركاً بالأوج: والأوج في ں. صحيح: الصحيح في ں.

١٨ ـ الحامل: الفلك الحامل في ں. واحدة: واحد في ں.

والمتأخرين أيضاً - وحركة التدوير على مركزه.

وقد تقدّم ذكر كميّات هذه الحركات واختلاف جهاتها. وقد ينسب إليه حركة أخرى وهي مركبة من هذه الحركات المذكورة وهي المقوّمة بالنسبة إلى فلك البروج. فهذه حركاته في الطول.

†ويحدث للقمر من هذه الحركات قرب وبعد عن سطح البروج يسمّى عرض القمر. ويلحق حركة [القمر] الوسطى اختلاف بالنسبة إلى فلك البروج بالنظر إلى الحركة المركبة المقدم ذكرها من ثلاثة وجوه. فالأول منها غايته عند مركز البروج خمس درجات ودقيقة واحدة مرّة زائدة على موضعه بالوسط ومرّة ناقصة عنه - وموضعه بالوسط هو موضع مركز تدويره. وهذا الاختلاف إنّما يكون عند الاجتماع والاستقبال فقط. وذلك أن القمر †متحرك على محيط فلك تدويره وحركته في أعالي فلك التدوير إلى خلاف توالي البروج، وفي أسافله إلى التوالي. فيعرض من ذلك إذا لم يكن مركز القمر على الخط المستقيم الخارج من مركز العالم المارّ بمركز التدوير ألّا يرى في موضعه بالوسط - أعني مركز تدويره - فيزيد تارة موضعه المرئيّ على موضعه الوسط وينقص أخرى. فيخالف لذلك موضعه المرئي لموضعه بالوسط.

†فإذا كان مركز التدوير في بعده الأبعد من مركز العالم سمّي هذا الاختلاف البسيط الأول للقمر. وعليه وحده كان يعمل الأوائل في حساب حركة القمر†. †وغايته زاوية يحيط بها خطان يخرجان† من مركز العالم فيمرّ أحدهما بمركز التدوير ويمرّ الآخر بمركز القمر، ويكون مع ذلك مماسًّا للتدوير. †وهذه الحال إنما توجد للقمر متى كان مركز التدوير في بعده الأبعد وذلك عند المقارنة أو المقابلة. ⌝فمتى كان القمر على الجانب الشرقي من فلك التدوير كان /تعديله زائداً على الوسط، ومتى كان على الجانب الغربي منه كان أنقص منه. م ٢٤ و - ١٢١ و

---

١ - وحركة: ب تضيف «فلك»، بر تضيف: «الحامل لمركز».

٥، ٩ - †...†: ب: «وله حركة واحدة بسيطة في العرض. فمّما يعرض للقمر بحسب هذه الحركات اختلاف في حركته بالنسبة إلى فلك البروج من ثلث جهات. فأول اختلاف له من جهةٍ أنّه». ب ١٣ و

٩ - محيط: سقطت في ب.

١٠ - البروج: ب تضيف: «باتفاق».

١٢ - ألّا: «أن لا» في بر وم. - أعني: ب تضيف «موضع».

١٣ - لذلك: كذلك في م.

١٤، ١٥ - †...†: ب: «وهذا أول اختلاف عرف للقمر وعليه فقط كان عمل الأوائل».

١٥، ١٦ - †...†: ب: «وغاية الاختلاف الحاصل من هذا الوجه أعظم الزوايا التي يوترها نصف قطر التدوير وهي التي يحيط بها الخطان المخرجان».

١٧، ١ - †...†: ب: «والذي يلحق القمر من غاية هذا الاختلاف الأول هو متى كان مركز التدوير إما في بعده الابعد، وذلك عند المقارنة أو المقابلة، وكان القمر مع ذلك على الخط المماسّ لفلك التدوير، خمس درجات ودقيقة، زائدة على الوسط متى كان القمر على الخط المماس للتدوير من جانبه الشرقي، وناقصة عن الوسط متى كان على الخط المماس من الجانب الغربي. وأما إذا تحرك».

١٢١ و

وأمّا الاختلاف الثاني فمن جهة الخارج إذا حرك† مركز التدوير منحطاً من بعده الابعد نحو البعد الأقرب. فإنّ قطره يوتر زاوية أعظم من تلك. وأكثر ما تزيد عليها متى بلغ مركز التدوير إلى بعده الأقرب جزءان وثلثا جزء. فيخالف موضعه المرئي لموضعه الوسط عند ذلك بسبعة أجزاء وثلثي جزء. ويوجد ذلك فيه مرّة إلى التوالي ومرة إلى خلاف التوالي. وذلك متى كان بعد القمر من الشمس ربع دائرة. وهذا الاختلاف مختلط بالأول فلا يوجد وحده، بخلاف الأول فإنّه يوجد خالياً عن غيره.

ويلحق القمر اختلاف ثالث وهو الاختلاف الحاصل بين ذروته المرئية وبين ذروته التي جعل آ مبدأ حركة جرم القمر منها ـ وتسمّى الذروة الوسطى، وهي التي قلنا إنّ الخط ى ١٣ ظ الواصل منها إلى مركز التدوير يمرّ بنقطة على الخط المار بالمراكز ممّا يلي البعد الأقرب. †وهذه النقطة هي† نقطة المحاذاة. وذلك أنّه متى لم يكن مركز التدوير في إحدى نقطتي البعد الأبعد والبعد الأقرب من فلكه الخارج لا يكون الخط الذي يصل بين مركز التدوير وبين الذروة الوسطى ماراً بمركز العالم. †وكان تعديل القمر يتوقف على معرفة بعد مركز القمر من طرف† الخط الخارج من مركز العالم المارّ بمركز التدوير المنتهي إلى †فلك التدوير ـ وهي† الذروة الحقيقية. ولم تكن الذروة الوسطى على هذا الخط دائماً. وكان بينهما وبين المرئية اختلاف. †وكان المعلوم عندنا إنّما هو بعد مركز القمر من الذروة الوسطى. ونحن نريد أن نعلم بعد القمر من الذروة المرئية. فنحتاج† إلى تعديل ليزاد على الخاصة تارة وينقص منها أخرى، وهو المسمّى بتعديل الخاصة. فحدث لحركة الخاصة اختلاف آخر وهو الثالث.

ويلحقه أيضاً اختلاف رابع مركب من هذه الاختلافات ⌐الثلاثة ويسمى الاختلاف م ٢٤ ظ المعدّل. وهو الذي يزاد على وسطه تارة وينقّص منه أخرى فيحصل المقوّم، †وهو قوس من فلك البروج فيما بين أول الحمل والخط الخارج من مركز العالم إلى مركز القمر المنتهي إلى كرة البروج. ووسطه قوس من فلك البروج فيما بين أول الحمل والخط الخارج من مركز العالم إلى مركز التدوير المنتهي إلى كرة البروج†.

---

٢ ـ عليها: «على الأول» في ى.

٥ ـ دائرة: ى تضيف «وهذا ما يوجب له زيادة في التعديل، فهذا اختلاف ثان». مختلط: مختلطاً في ى، محيط في م.

٨ ـ الوسطى: الوسطا في ى.

٩، ١٠ ـ ممّا: ما في ب ر و م. †...†: ى: «وهي التي سميت»، نقطة: النقطة في م.

١٢ ـ ماراً: مار في ب ر و م. يتوقف: يتوقت في ب ر و م. †...†: ى: «وذلك أنه متى كان موضع القمر الوسط يؤخذ من».

١٣ ـ المنتهي: سقطت في ى. †...†: سقطت في ى.

١٥، ١٦ ـ †...† ى: «يحتاج». ليزاد: يزاد في ى.

١٩، ٢٢ ـ †...†: سقطت في ى.

فصل: في الطريق التي عرف منها عدد أفلاك القمر وتفصيل حركاته.

ولمّا كان القمر إذا تحرك بحركته التي يقطع بها البروج يرى تارة في سطح فلك البروج ثم يميل عنه إلى غاية ما ثم يقرب منه، فإذا وصل إليه مال عنه إلى الجهة الأخرى، ثم يعود إليه، وميله في الجهتين ميل متساوٍ، فعلم أنّ القمر يتحرك في سطح مائل عن سطح البروج، ووجد مجازاه في سطح البروج على نقطتين / متقاطرتين. فعلم من ذلك أنّ السطح المائل ١٢١ ظ الذي يتحرك فيه القمر يمرّ بمركز البروج. ووجد أيضاً هذان المجازان غير ثابتين في موضعين بأعيانهما بل يصير المجازان في موضع نهايتي الميل في وقت مّا. ثم يصير أحد المجازين في موضع المجاز الآخر. وهذه الحركة مستمرة في المجازين والنهايتين. وقدر الميل ثابت على حاله لا يتغيّر. فعلم أنّ كرةً تنقل وضع هذا السطح المائل فينتقل لأجل ذلك المجازان - وهما المسمّيان الرأس آ والذنب. وهذه الكرة الناقلة لهذا التقاطع لا تكون منطقتها في سطح ب ١٤ و المائل، لأنّ الحركة على قطبي الفلك المائل لا تنقل نقطتي التقاطع بالنسبة إلى فلك البروج أصلاً، وإنّما تتبدل اجزاء الدائرة المايلة بالنسبة إلى التقاطع فقط.

وقد غلط في هذا المكان بعض المتأخرين فقال إنّ حركة فلك الجوزهر على قطبين مسامتين لقطبي الفلك المائل ومنطقته في سطح المائل. وذلك أنّه لّما رأى كلام بطلميوس في المجسطي في الجملة و من المقالة ٤ يقول: «ليتوهم في كرة القمر فلك مركزه مركز البروج، وهو في سطحه، وفلك آخر مائل عن هذا الفلك حسب مجاز القمر في العرض، يتحرك دوراً على استواء قُدُماً حول مركز البروج ومبلغ حركته مقدار فضل الحركة في العرض على الحركة في الطول»؛

---

١ - فصل: الفصل الخامس والعشرون في ب. عرف منها: منها عرف في ب.
٣ - فلك: سقطت في ب.
٤ - ثم: سقطت في بر وم. الجهة: جهة في م.
٥ - ميل متساوٍ: ميلاً متساوياً في ب. سطح: فلك في بر وصححت على الهامش.
٦ - مجازاه: مجازيه في ب. المائل: سقطت في ب.
٨ - موضع: موضعي في ب.
١١ - منطقتها: منطقها في ب.
١٦ - و: ه في ب. ٤ : ب تضيف «حين». ليتوهم: يتوهم في بر وم. مركز: ب تضيف «فلك».
١٧ - حسب: ب «على حسب مقدار» كما في نسخة اسحاق - ثابت من المجسطي.
١٨ - مركز: ب تضيف «فلك».
١٩ - الطول: قابل با ٦٤و.

وأيضاً يقول في الفصل ب من المقالة ه حين مثل في مسير القمر ليوم واحد ⌐فقال: «لنتوهم الفلك الموافق مركزه لمركز فلك البروج في السطح المائل الذي للقمر يتحرك م ٢٥ و قُدُماً كما كنا قلنا من قبل بسبب العرض حول قطبي البروج بالمقدار الذي تفضل به الحركة في الطول الحركة في العرض» ـ يعني †أن سطح المائل† يتحرك حول مركز† البروج بحركة فلك الجوزهر† ثلاث دقائق بالتقريب ـ فظنَّ أن هذه الحركة تكون في السطح المائل.

ولم يفهم قول بطلميوس †أن السطح يتحرك† ـ يريد بذلك تغيير وضعه. فإن تحريك السطح غير الحركة في السطح. †ويظهر ذلك من قوله «يتحرك قُدُماً حول قطبي البروج»†. ولمّا وقع بين المبتدأ وخبره في كلام بطلميوس في الفصل الأول حشو؛ وهو قوله: «وفلك آخر مايل» إلى حيث يقول يتحرك «قدماً حول مركز فلك البروج»، وهو يريد† بقوله ان السطح المائل يتحرك بالفلك† الأول الذي في سطح البروج، فاعتقد في كلامه خلاف الغرض الصحيح. وذهب عليه أنَّ في سطح المائل حركة المائل بعينه وحركة الحامل أيضاً، ولا يوجب شيءٌ منها نقلة التقاطع.

وأما الطريق التي †يعرف بها† فلك التدوير †وأنَّ حامل التدوير فلك خارج المركز† فهو اختلاف ⌐حركات القمر في فلك البروج، وذلك أنَّه متى قارن كوكباً من الكواكب الثابتة ں ١٤ ظ دفعتين في زمان مّا لا يعود إلى مقارنته ثالثة في مثل ذلك الزمان. فلا توجد عوداته التامة المتتالية في أزمنة متساوية في دائرة البروج. ولا يوجد زمان قطعه قوساً مّا من دائرة البروج مساوياً لقطعه قوساً أخرى †ومساوية لها†، كما يوجد في الشمس عند / كونها على بعدين ١١٢ و متساويين من الأوج †أو الحضيض†، ولا يقطع أيضاً دائرة البروج مع قوس منها في زمان

---

١ ـ ب : «الثاني» في ں، و في م.
٢ ـ لنتوهم: ں تضيف «ان»، «كنا لنتوهم» في م.
٣ ـ كنا: سقطت في م وں ووردت على هامش بر.
٤ ـ الطول: ں تضيف «على». العرض: قابل با٨٣و. †...†: «أنّه» في ں. مركز: مركزه في ں.
٤، ٥ ـ †...†: سقطت في ں.
٦ ـ †...† ں: «وأنَّ قوله يتحرك السطح».
٧ ـ †...†: سقطت في ں.
٩، ١٠ ـ †...† ں: «الفلك».
١١ ـ بعينه: نفسه في ں.
١٢ ـ التقاطع: ں تضيف «أصلاً».
١٣ ـ التي: الذي في ں. †...†: «يعرف به» في ں، وعلى هامش بر «بها عرف» واضيفت خطأ في السطر التالي في م وراء كلمة «خارج». †...†: سقطت في ں. خارج: خارجاً في بر وم.
١٥ ـ توجد: يواجد في م.
١٧ ـ مساوياً: مساوٍ في ں. †...† ں: «مثلها».
١٨ ـ متساويين: مساويين في بر وم. †...†: سقطت في ں. يقطع: ں تضيف «القمر».

مساوٍ لزمان الدورة التي تليها مع قوس مثل تلك القوس.

وأيضاً فلّما تبيّن أنّ للقمر غايتين من التعديل متفاوتتين، إحداهما عند الاجتماعات والاستقبالات ـ وهي خمسة أجزاء ودقيقة ـ والأخرى عند التربيعين ـ وهي سبعة أجزاء وثلثا جزء، وليس ذلك له في كل اجتماع ولا في كل تربيع، بل قد يكون في بعضها أقل من الغاية وفي البعض قد لا يكون منه شيءٌ أصلاً، وهذا لا يتم بفلك خارج مفرد، إذ لو †كانت هذه الاختلافات† من جهة فلك خارج مركزه لما اختلفت غايتاه وكانتا متساويتين، وكان كلما قطع نصفي فلكه الخارج المركز ـ أعني من الأوج إلى الحضيض ومن الحضيض إلى الأوج ـ تشابهت حركاته في هذين الزمانين فقطع فيهما قوسين متساويين من البروج، ولو كان أوجه متحركاً أيضاً، فعُلم أنّه لا يُكتفى في حركة القمر بفلك واحد خارج† ولا تدوير، ⌐فاحتيج† م ٢٥ ظ له لتتمّ اختلافاته إلى† فلكي خارج وتدوير مختلفي الحركة†.

والدليل الذي ذكرناه في إبطال †كل واحد من التدوير والفلك† الخارج المركز وحده لا يبطل فلك التدوير مع الخارج، لأنّ حركة فلك التدوير إذا كانت عودته مخالفة في الزمان لعودة حامله، فتختلف لذلك عودات القمر في فلك البروج، فلا تكون أزمان عوداته المتتالية ولا القسيّ المتتالية †التي يقطعها† من فلك البروج متساوية. ولّما كانت غايتا التعديل اللتان تلحقان القمر مختلفتين وجب أن يكون حامل مركز تدويره خارج المركز، وإلاّ لما اختلفت آ غاية تعديله، وكانت توجد مرة خمسة أجزاء ودقيقة ومرّة سبعة اجزاء وثلثي جزء. ب ١٥ و

ويمكنك أن تعلم أنّ حركة القمر في أعالي التدوير إلى خلاف التوالي متى انعمت النظر في حركاته الجزئيّة؛ وذلك أنك تجد زمان بطء القمر في مسيره أطول من زمان سرعته. وتبين لك ذلك من الزمانين اللذين فيما بين الحركتين المتوسطتين، لأنّ الخطّين الخارجين من مركز

---

١ ـ الدورة: الذروة في ب. القوس: سقطت في م.
٢ ـ فلّما: لما في ب. غايتين: غايتان في ب. احداهما: احدهما في جميع النسخ.
٣ ـ والاستقبالات: والانتقالات في م.
٤ ـ له: فوق السطر في ب.
٥، ٦ ـ †...† «كان هذا الاختلافات» في ب و م، «كان هذا الاختلاف» في ب.
٧ ـ نصفي: «في» في ب. اعني: «نصفه الذي» في ب. من: سقطت في م.
٩ ـ يُكتفي: يكفي في ب. بفلك: فلك في ب. †...†: ب: «المركز واحتيج».
١٠ ـ †...†: ب: «فلك تدوير فلهذا جعل له فلك تدوير». ـ الحركة: على هامش ب الحاشية: «ويمثله تبيّن أنّه لا يكون بفلك تدوير مع موافق أيضاً».
١١ ـ ذكرناه: ذكرنا في ب. †...† ب: «الفلك».
١٢ ـ يبطل: ب تضيف: «له». الخارج: غيره في ب.
١٤ ـ †...†: سقطت في ب. اللتان: التي في ب، اللتين في ب و م.
١٦ ـ غاية: غايتا في ب. وثلثي: وثلثا في ب.

العالم المماسّين لفلك التدوير، †وعندهما تكون الحركة الوسطى للقمر، هما يفرزان† فيما بينهما من التدوير قوساً ممّا يلي الحضيض أصغر من القوس التي يفرزانها مما يلي الذروة. فلذلك لا تكون حركة القمر في أعلى التدوير إلى التوالي لكون زمان سرعة القمر أقصر من زمان بطئه، لأنّ نقله على القوس العظمى يجب أن تكون مخالفة لنقلة مركز تدويره التي هي إلى التوالي، وفي القوس الصغرى موافقة لها. فعُلم أنّ نقلته في أعالي التدوير إلى خلاف التوالي وفي أسفله إلى التوالي.

فأمّا البطء والسرعة فأمران إضافيان إلى الحركة الوسطى للكوكب، وهي المستوية - أعني حركة مركز التدوير.

†وأيضاً أنّه قد تبيّن بالرصد أن جرم القمر إذا كان في الاجتماع والاستقبال، وكان أبطأ ما يكون في حركته، أوتر قطره /زاوية مقدارها أحد وثلثون دقيقة وعشرون ثانية. وإن كان †أسرع ما يكون† أوتر زاوية مقدارها خمس وثلاثون دقيقة وعشرون ثانية. فيستبين من هذا أنّه يكون أقرب إلى الأرض إذا كان مسرعاً ويكون أبعد عنها إذا كان مبطئاً†. ١٢٢ ظ

وممّا يدل على أنّ الحامل لمركز التدوير فلك خارج المركز تفاوت غايتي الاختلاف، وكون غاية †اختلافه عند† الاجتماع والاستقبال في الزيادة والنقصان لا تزيد على خمسة أجزاء †ودقيقة واحدة، والغاية عند التربيعين تبلغ سبعة اجزاء† وثلثي جزء. ولو كان مركز التدوير على فلك موافق المركز لما حدث شيءٌ من ذلك، ⌐لأنّ قطر التدوير واحد بعينه فلا يختلف قدر ما يوتر من الزوايا عند مركز العالم الذي يدور عليه. ولمّا اختلفت الزوايا التي يوترها عند م ٢٦ و

---

١ - †...† ب: «اللذين تكون الحركة الوسطى للقمر عندما يكون على نقطتي مماستها للتدوير يحوزان». هما: وهما في ب و م.

٢ - قوساً: قوس في ب. للكوكب: سقطت في ب.

٣ - أعلى: أعلا في ب.

٤ - نقله: نقلة القمر في ب. التوالي: ب تضيف: «والاّ لما ظهر البطؤ».

٥ - لها: ب تضيف: «والاّ لما ظهرت السرعة». أسفله: أسافله في ب.

٧ - الحركة الوسطى: حركة القمر الوسطا في ب. للكوكب: سقطت في ب.

٩، ١٢ - †...†: على هامش ب.

٩ - أنه: فإنّه في ب» بالرصد: «لا لرصد» في م. جرم: سقطت في ب. والاستقبال: أو الاستقبال في ب.

١٠ - أوتر: يوتر في ب.

١١ - †...† ب: «مسرعاً». خمس: خمسة في ب و م، ثلثة في ب.

١٢ - ويكون: سقطت في ب.

١٣ - يدل: ب تضيف «أيضاً». المركز: «المر» في م.

١٤ - †...† م: «في».

١٥ - †...†: على هامش م. وثلثي: وثلثا في ب.

١٦ - قطر: نظر في م.

١٢٢ ظ

مركز العالم عُلم أنَّه يقرب منه تارة ويبعد أخرى. فوجب أن يكون مركز حامله غير مركز العالم. فثبت من هذا وجود الفلك الخارج آ المركز للقمر. ں ١٥ ظ

وأمّا ميل فلك القمر فإنَّه لمّا وُجد القمر يميل إلى جهتي الشمال والجنوب مَيلاً متساوياً، ومقداره خمسة أجزاء من الدائرة العظيمة المخطوطة على أقطاب الفلكين - أعني البروج والمائل - فعُلم أنَّ القمر يدور في سطح مايل عن البروج. وهذا السطح مار بمركز البروج - أعني مركز العالم - إذ لو لم يمرّ بمركز العالم لما تشابه ميله في الجهتين، ولا كانت أيضاً نقطتا تقاطع فلكه المائل مع فلك البروج على النصف من البروج.

ولمّا تبيّن أنَّ الفلك الحامل لتدوير القمر خارج المركز، وأنَّ فلك الجوزهر موافق المركز، فيتوسط بينهما جسم مختلف الثخن لا محالة - وهو† المسمى المتمم†، وعلى سطحه الأعلى الدائرة التي تسمّى بالفلك المائل.

وأمّا حركة الفلك المائل، فعُلمت بانتقال أوج الفلك الخارج؛ إذ لو كان الأوج ثابتاً لما اجتمع مركز التدوير معه في المقارنة والمقابلة، ومع الحضيض في التربيعين معاً في الشهر الواحد مرتين.

ومبلغ مسير مركز التدوير في الطول في الشهر الواحد دورة واحدة ونصف سدس دورة بالتقريب. فعلم أن البعد الأبعد للخارج المركز متحرك. وحركته لا تكون إلاّ بانتقال المتممين: إمّا بذاتيهما أو بفلك ينقلهما وفلك الجوزهر. وإن نقلهما فإنَّ حركته ثلاث دقائق واثنتي عشرة ثانية في كل يوم. وهذه الحركة لا تفي بحركة الأوج، فإن حركة الأوج أكثر من ذلك بكثير. ويظهر لنا ذلك متى حسبنا الزمان والحركات التي تكون من اجتماع التدوير مع الأوج في المقارنة إلى حين اجتماعهما في المقابلة.

---

١ - فوجب: «وقربه وبعده يقتضي» في ں. مركز: مكررة في ں.
٢ - فثبت: فعلم في ں.
٥ - مار: ماراً في ں.
٦ - ميله: مثله في م. نقطتا: نقطتي في ں.
٧ - فلك: سقطت في ں. النصف من: منتصف في ں.
٩ - † . . . † ں: «المتمم الأعلى من المائل».
١٠ - المائل: ں تضيف: «وهي منطقة حركة الفلك المائل».
١١ - وأمّا: فأمّا في ں. الفلك: على هامش بر. الفلك٢: سقطت في ں.
١٢ - الشهر: ں تضيف «الوسط».
١٤ - مسير: مسيره في م، سير في ں.
١٥ - البعد: على هامش ں. إلاّ: على هامش بر.
١٦ - ثلاث: ثلثة في ں.
١٧ - واثنتي عشرة: واثني عشر في بر و م.
١٨ - بكثير: على هامش ں.

ولمّا وجد الأوائل اجتماع مركز التدوير مع الأوج في المقارنـة والمقابلة، وتـوسط الشمس بينهما في التربيعين توهّموا أن الشمس دائماً متوسطة بينهما في †جميع حركاته وأوضاعـه† التي في جميع أجزاء دائرة البروج. فقضوا بأن الشمس تكون متوسطة بين مركز التـدوير / وبـين بعده ١٢٣ و الأبعد دائماً. †فاستخرجوا من هذا الظن حركة أوج القمر بأن نقّصوا من مسير القمر الوسط ليوم واحد مسير الشمس الوسط ليوم واحد. فكان الباقي من ذلك هو بعد مركز التدويـر من الشمس في اليوم الواحد. وإذا نُقص من هذا البعد الحركة الوسطى للشمس وحركة الجوزهر في اليوم الواحد، إذ كان فلك الجـوزهر يحـرك الأوج، كان مـا يفضل بعـد ذلك هي حـركة الأوج. وجميع ذلك معلوم. فتصير حركة الأوج في اليوم الـواحد معلومـة. وكذلـك في سائـر الأزمنة†. فقادهم توهم ذلك إلى تصور †أمور يكون عنها هذه الحركات† آ للقمر. ں ١٦ و

†فلزمهم بسبب تصـور تلك الأمور في الحـركات الجـزئية للقمـر† أمـران مستحيـلان: الأول منهما أنّ مركز التدوير إنّما يقطع في الأزمان المتسـاوية قسيّـاً متساويـة بالنسبـة إلى مركـز العالم لا إلى مركز محركه - أعني الخارج المركز - وهو محال.

والثاني منهما أنّ الخطّ الـذي يصل بـين الذروة الـوسطى ومـركز التـدوير لا يمـرّ بمركـز الحامل إلّا متى كان مركز التدوير في البعد الأبعد أو الأقرب؛ وفي غير هذين الموضعين إنّما يمرّ بنقطة المحاذاة، وقد تقدَّم وصفها. †فلا يكون مبدأ حركة التدوير من نقطة واحدة في حركاته الجزئية. فلا تكون حركة التدوير مستوية عند مركزه، وذلك محال†.

فلزمهم عن هذين الأمرين مخالفة لأصول هذا العلم بالضرورة. فحصل لنا الجزم بـأنّ الأمر في هيئة القمر ليس كما ظنوا، †لما لزمه من المحالين المذكورين†.

فأمّا أنّ جرم القمر ليس لـه رجوع بسبب فلك التـدوير - أعني ليس يُـرى متحركـاً في فلك البروج إلى خلاف التوالي كما يـوجد ذلـك في الكواكب المتحـيرة - فذلـك إنّما هـو لصغر

---

١ - وجد: وجدو في ں.
٢ - †. . . † ں: «أوضاعه التي في حركاته بينهما». التي: على هامش ں.
٣ - فقضوا: وقضوا في ں.
٤، ٩ - †. . . †: سقطت في ں.
٨ - وكذلك: ولذلك في بر.
٩ - أمور: هيئة في ں. †. . . † ں: «هيئة وحركات». للقمر: القمر في ں.
١٠ - †. . . † ں: «على وجه يلزمهم بسببه». مستحيلان: على هامش م: «بيان إشكالات القمر».
١٢ - وهو محال: سقطت في ں.
١٥ - وصفها: ں تضيف: «في الفصل الذي قبله».
١٥، ١٦ †. . . †: سقطت في ں.
١٧ - فلزمهم: ويلزم في ں، الأمرين: ں تضيف «أشياء». لنا: سقطت في ں.
١٨ - †. . . †: سقطت في ں.
٢٠ - لصغر: أصغر في م و ں.

فلك تدويره وسرعة حركة حامله †وكون حركة القمر في أسافل التدوير إلى التوالي†.

وينبغي أن تعلم أن حركة الكوكب إذا كانت في أسفل التدوير إلى خلاف التوالي †ورُئي راجعاً فإنَّ تلك الحركة بعينها† إذا كانت في أعالي التدوير إلى خلاف التوالي لا يلزم أن يُرى راجعاً، لأنَّ القسيَّ من فلك التدوير التي في أسفل التدوير توتّر عند مركز العالم زاوية أعظم من الزاوية التي توتّرها عنده القسيّ المساوية لها إذا كانت في أعلى التدوير.

وقد تبيّن أنَّ حركة الكوكب إذا كانت في أسفل التدوير إلى خلاف التوالي، وكانت نسبة نصف الخط الذي يقع في فلك التدوير إلى الخط الذي يفصله حضيض التدوير فيما بينه وبين مركز العالم ⌐من الخط المخرج من مركز العالم إلى أعالي التدوير كنسبة حركة مركز م ٢٧ و التدوير إلى حركة الكوكب على محيط التدوير، فإنَّ الكوكب يرى† عند هذا الفصل واقفاً. فإن كان ذلك الخط القاطع لا يمرّ بمركز التدوير فإنَّ الكوكب حينئذٍ عندما يتجاوزه نحو الحضيض يرى راجعاً - أي متحركاً إلى خلاف التوالي †. وقد تبيّن ذلك في أوائل الثانية عشرة من كتاب / المجسطي. ١٢٣ ظ

فأمّا النسب التي في أفلاك القمر فإنها على ما أصف. وذلك أنَّ نصف قطر تدوير القمر خمسة أجزاء وربع بما به الخط الواصل بين أسفل ⌐ التدوير ومركز العالم أربعة وخمسين جزءاً ں ١٦ ظ ونصفاً وربع جزء. وهذه النسبة نسبة الواحد إلى العشرة وثلاثة أسباع.

وأمّا إذا كان مركز التدوير في أقرب قربه فإنَّ نسبة نصف قطر التدوير إلى الخط الواصل بين أسافله ومركز العالم هي نسبة الواحد إلى ستة ونصف بالتقريب. ونصف قطر

---

١ - †...†: سقطت في ں.

٢ - الكوكب: الكواكب في م.

٣ - †...† ں: «وأمكن رجوعه فإن حركته هذه [كلمة على الهامش]». لا يلزم: «فإنَّه لا يجب» في ں.

٥ - عنده: عند في بر و م، أعلى: أعالي في م.

٦ - الكوكب: الكواكب في ں.

٧ - فلك: سقطت في ں. حضيض: سقطت في ں.

٨ - كنسبة: «أصغر من نسبة» في ں.

٩، ١١ - †...† ں: «متحركاً إلى التوالي، وإن كانت مساوية لها فإنَّه يرى واقفاً، وإن كانت أعظم منها فإنَّه يرى متحركاً إلى خلاف التوالي».

١٠ - يتجاوزه: يحادره في م.

١١، ١٢ - الثانية عشرة: يب في ں، الثالثة عشر في بر و م، وبالتدقيق مقالة يب، فصل ا من المجسطي.

١٣ - ما: سقطت في م.

١٤ - وربع: ں تضيف «جزء». وخمسين: وخمسون في بر و م.

١٥ - ونصفاً: ونصف في جميع النسخ. وثلاثة: والثلثة في ں.

١٧ - بين: من في بر و م. هي: بر و م تضيفان «من». بالتقريب: تقريباً في ں.

١٢٣ ظ

التدوير أعظم من كل نصف وتر يقع في التدوير. ونسبة الواحد إلى ستة ونصف أصغر بكثير من نسبة حركة مركز التدوير إلى حركة القمر على محيط التدوير؛ فلا يمكن أن يقف، فكيف يرجع.

وهذا كلام مع خواصّ علماء هذا الفن. وأمّا من دونهم فإنّا نقول: قد تبيّن أن أعظم الاختلاف الحاصل من جهة فلك التدوير في الجانبين إذا كان مركز التدوير في بعده الأقرب خمسة عشر جزءاً وثلث. وهذه أعظم زاوية يحيط بها الخطان المخرجان من مركز العالم المحيطان بفلك التدوير ويحوزان فيما بينهما قوسين من فلك التدوير: إحداهما - وهي التي عن جنبتي ذروة التدوير - ومقدارهاماية وخمسة وتسعون جزءاً وثلث جزء من محيط التدوير، والأخرى - وهي القوس التي يحيطان بها عن جنبتي حضيض التدوير - ومقدارها ماية وأربعة وستون جزءاً وثلثا جزء. وأمّا إذا كان مركز التدوير في البعد الأبعد من الفلك الحامل فإنّ القوس العليا التي يحوزها الخطان تكون ماية وتسعين جزءاً، والقوس السفلى تكون ماية وسبعين جزءاً. والزمان الذي يسير فيه القمر القوس العليا من التدوير، إذا كان التدوير في أقرب قربه، خمسة عشر يوماً بالتقريب - وهي التي تكون حركته فيها إلى خلاف التوالي - والاختلاف الواقع ⌐من قبل هذه القوس التي يقطعها القمر في هذه الأيام الخمسة عشر غايته م ٢٧ ظ خمسة عشر جزءاً وثلث جزء. وأعظم ما يلحق القمر في مسيره في اليوم الواحد، إذا كان القمر عند ذروة التدوير، من التعديل ⌐ بسبب هذا الاختلاف - أعني الزاوية التي يوترها مسير ں ١٧ و الخاصة ليوم عند مركز العالم - أقل من جزئين من أجزاء البروج بالتقريب إلى خلاف التوالي. وانتقاله بسبب نقلة التدوير إلى التوالي في اليوم ثلاثة عشر جزءاً وعشرة دقائق وثلث وربع. وكل ذلك عند مركز العالم. فيبقى له إلى التوالي أحد عشر جزءاً وسدس بالتقريب. وهذا ابطأ ما يوجد في حركاته إلى التوالي. فأمّا أسرع حركاته إلى التوالي فخمسة عشر جزءاً وثلث

---

١ - وتر: خط في ں، التدوير: ں: «فلك تدوير القمر».
٢ - التدوير¹: ں تضيف «هي يج يا». التدوير²: ں تضيف «وهي يج د».
٥ - إذا: إذ في ں و م.
٧ - المحيطان: المماسّان في ں.
٨ - ذروة التدوير: «البعد الأبعد» في ں. وتسعون: وتسعين في ں.
٩ - حضيض التدوير: «البعد الأقرب» في ں.
١١ - جزءاً: ں تضيف «ودقيقتان».
١٢ - وسبعين: وسبعون في م، جزءاً: ں تضيف: «إلّا دقيقتين».
١٣ - أقرب قربه: «بعده الأقرب في» في ں.
١٤ - والاختلاف: وغاية الاختلاف في ں. هذه: هذا في ں و م، يقطعها: يتحركها في ں. غايته: سقطت في ں.
١٥ - جزء: سقطت في ں.
١٦ - ليوم: ں تضيف «واحد».
١٩ - بالتقريب: تقريباً في ں. وهذا: وهذه في ں. ابطأ: ابطى في ں.

بالتقريب - وذلك حين يكون في أقرب قربه من التدوير. فلهذا لا يُرى القمر متحركاً إلى خلاف التوالي.

فهذه جمل ما أوردناه من مذهبهم في هيئة القمر وحركاته. /† وإذ قد فرغنا من ذكر مذهبهم، فنورد† الأمر الذي ناقضناهم فيه فنقول: ١٢٤ و

إنَّه قد تبينّ في بعض ما ذكرناه عنهم أمور فاسدة مباينة لأصول هذا العلم نردُّ بها عليهم وعلى من اعتقد أنَّ الأمر على ما قد نصّوه في كتبهم.

فمن ذلك أنَّ حركة مركز التدوير إلى التوالي على رأيهم إنَّما تكون بحركة الفلك الخارج المركز - أعني الحامل - وليس خروج مركزه بالقليل، وأنَّه يحرّك مركز التدوير فيقطع في الأزمان المتساوية قسيّاً متساوية بالنسبة إلى مركز البروج الذي هو مركز العالم. وعلى هذا الرأي وضعوا الجداول في الزيجات، فلم يجعلوا لمركز تدوير القمر تعديلاً. ولذلك لم يذكروا له تعديلاً في كتب الهيئة.

وقد نجد بصريح من القول انَّ هذه الحركة مستوية †عند مركز العالم في كتب الفاضل† بطلميوس. فمن ذلك في الفصل الثاني من خامسة المجسطي حين يقول: «وهذا السطح المائل يقع في حركتان مستويتان متضادّتان تكونان جميعاً حول مركز البروج. إحداهما تدير مركز التدوير على توالي البروج، والأخرى تدير مركز الخارج المركز والبعد الأبعد إلى خلاف التوالي».

ں ١٧ ظ ثم قال: «فيكون من تقابل هاتين الحركتين عند مركز البروج زيادة في بعد الخط الذي يمرّ بمركز التدوير عن الخط الذي يمرّ بمركز الخارج».

م ٢٨ و ثم قال عند التمثيل: «وأمّا الحركتان الباقيتان اللتان تكونان باستواء، بمعنى أنها تقطع في الأزمان المتساوية قسيّاً متساوية حول مركز ه» ؛ وعنى بحرف الهاء مركز البروج في الشكل

---

٣ - وحركاته: وان حركاته في م، واذ: واذا في م، واذ قد: مكررة في بر.

٣، ٤ - † . . . † ں: «ونورد الآن». فنقول: على هامش م: «إيراد كلامه في الرد على [بطلميوس؟]».

٥ - في: «إنَّ في» في ں.

٨ - وأنَّه: «وإنَّ الخارج المركز» في ں.

١٠ - تعديلاً: تعديل في ں. يذكروا: يذكرو في ں.

١٢ - الحركة: ں تضيف: «التي لمركز التدوير». كتب: ں تضيف «الرجل». † . . . † سقطت في م.

١٤ - متضادتان: متضادان في ں، تكونان: على هامش ں. البروج: فلك البروج في ں. احداهما: احديهما في بر، تدير: تدوير في م.

١٥ - توالي: سقطت في م. البروج: ں تضيف: «لازمة للحركة في العرض» كما في نص المجسطي. تدير: تدوير في م. المركز: سقطت في ں. الخارج: انظر المجسطي با ٨٣و. التوالي: انظر المجسطي با٨٣و.

١٨ - الباقيتان: المتقابلتان في المجسطي با٨٣ظ.

١٩ - متساوية: على هامش ں.

الذي برهن فيه على أنَّ أوج القمر منتقل، فذكر الحركتين فقال إنَّ إحديهما تدير مركز التدوير على توالي البروج والأخرى تدير البعد الأبعد إلى خلاف التوالي.

وقد قال حين أجمع رأيه في آخر الفصل الرابع من الخامسة مثل ذلك. ولم يخالفه أحد من بعده. ويلزم من هذا الأمر أن يكون مركز التدوير يقطع في الأزمان المتساوية قسيّاً مختلفة عند مركز مديره - أعني الحامل - الذي يجب أن تكون الحركة المستوية عنده، فيسرع تارة ويبطىء أخرى. وهذا مخالف لقواعد أصول هذا العلم.

والأمر الآخر أنَّ قطر التدوير، وهو الخط الذي يمرّ بمركزه وبنقطة البعد الأبعد التي يُجعل مبدأ حركة القمر على محيط التدوير منها - وتسمّى البعد الأبعد المستوي، والوسط - فمن حين يفارق هذا القطر الخطّ المارّ بالمراكز - أعني مركز العالم ومركز الخارج ومركز التدوير - لا يتصوّب هذا القطر نحو مركز العالم الذي تكون †حركة مركز التدوير† المستوية بالنسبة إليه، ولا نحو مركز الحامل، بل يتصوّب نحو نقطة على الخط الذي يصل بين البعد الأقرب من الفلك الخارج المركز وبين مركز العالم؛ وتسمّى هذه النقطة بنقطة المحاذاة.

١٢٤ ظ هذا رأي بطلميوس ومن تابعه. ولنبحث الآن عن وضع النقطة / التي يجب أن يُجعل مبدأ الحركة منها، فنقول: إنَّ الشيء الذي يُفرض علامة لمبدأ حركة متحرك يجب أن يكون ساكناً بالنسبة إلى المتحرّك، ليكون تباعد المتحرك عنه وتقرّبه إليه إنما هو بحركة المتحرك وحده. فتكون بذلك حركته مضبوطة محصّلة.

فلذلك صار ضرورياً لنا أن نجعل لحركة التدوير على مركزه - وهي التي بها ينتقل جرم الكوكب - †نقطة منها يكون مبدأ حركته†. وكذلك نتوهم للحامل الناقل لمركز التدوير، ں١٨ و
وبالجملة لكل متحرك نريد أن †يكون زمان عودته معلوماً ونريد أن† نضبط حركاته† في قسيّ منطقة الحركة، أن† نتوهّم لذلك نقطة أو سطح دائرة في غير الجسم المتحرك يكون منها بالفرض مبدأ حركة المتحرك وإليها تمام عودته، لتكون أبعاد المتحرك †من تلك العلامة† في الأزمنة المعلومة عندنا معلومة.

---

٨ - القمر: الكوكب في ں.
١٠ - †...† ں: «الحركة».
١٦ - بذلك: لذلك في ں، كذلك في م
١٨ - †...†: سقطت في ں. وكذلك: ولذلك في ں و م. للحامل: الحامل في ں و م.
١٩ - †...†: سقطت في ں. معلوماً: معلوم في ں و م. حركاته: حركته في ں.
١٩، ٢٠ †...†: سقطت في ں.
٢٠ - لذلك: لها في ں، كذلك في م. المتحرك: ں تضيف: «تنسب الحركة اليها - أعني».
٢١ - بالفرض: بالغرض في م. تمام: تام في م. †...† ں: «منها». من: سقطت في ں.

فأمّا إنْ كان مبدأ الحركة من نقطة وإليها، فـأَولى النقط بذلـك هي النقطة التي يحـدها الخط المارُّ بالمـراكز ـ أعني ⌐مـركز †الكـرة التي تنقل المتحـركة ومـركز الكـرة المتحركـة. فأمَّـا العلامة † لحـركة مركز التـدوير بحـركة الفلك الحـامل فـإحدى النقـطتين من المتمّم الحـاوي للفلك الحامل اللتين هما أبعد بعده وأقرب قربه من مركز العالم. وهاتان النقطتان هما ثابتتـان في الفلك الحاوي للفلك الحامـل المتحرك. فبـإحديهـما †يمكننا أن† نضبط قـدر حركـة الفلك الحامل المتحرك. م ٢٨ ظ

وأمّا لحركة الكوكب على فلك التدوير فإحدى نقطتي †التماس بين الفلك الحامل وفلك التدوير†. وهاتان النقطتان اللتان يماس عليهما سطح التدوير سـطح الفلك الحامـل† تكونـان ذروة للتدوير وحضيضاً له†. وهما ثابتتان بالنسبة إلى فلك التدوير. فبإحديها نضبط حـركته. والمختار من هذه النقط الأربع نقطتا الأوج والذروة.

وأمّـا إنْ كان مبـدأ الحركـة من سطح دائـرة وإليهـا فـالاولى أن تكـون †مـارّة بقـطبي الدائرتين لتكون† قائمة على المنطقتين ـ †أعني الحامل والتدوير. فيكون مبدأ حركة المتحرك منها†.

فإذا توهّم مركز التدوير في أبعد بعده فإنَّ الخطَّ المارّ بالمراكز ـ أعني مركـز العالم ومـركز الحامل ومركز التدوير ـ إلى ذروة التدوير يحد النقطتين اللتين تجعلان مبدأ لهاتين الحركتين:

أمّا لحركة الحامل ـ وهي التي منها يتحـرك مركـز التدويـر ـ فعند نقـطة هي موقـع هذا الخط من السـطح الحاوي للفلك الحـامل، †وهي المسـمّاة بالأوج، وهي† ثـابتة بـالنسبـة إلى الحامل، وأجزاء منطقة الحامل منتقلة متبدّلة بالنسبة إليها.

---

٢ ـ الكرة^١: كرة في م.

٢، ٣ ـ † ... † ں: «المحرك ومركز المتحرك، وهي اما».

٣ ـ بحركة: لحركة في ں، بحركة في م، دون نقط الباء.

٤ ـ قربه: ں تضيف «أعني». النقطتان: ں تضيف: «هما نقطتا الأوج والحضيض». ثابتتان: باينتـان في م، ثابتتـين في ں، هما: وهما على هامش ں.

٥ ـ †...†: سقطت في ں.

٧ ـ لحركة: الحركة في م، نقطتي: النقطتين في ں.

٧، ٨ ـ †...† ں: «من الفلك الحامل الماستين للنقطتين اللتين هما ذروة التدوير وحضيضه».

٨ ـ اللتان: التان في م. عليهما: عليها في م.

٨، ٩ ـ †...† سقطت في ں.

٩ ـ وهما: هما في ں. فبإحديها: فبأحدهما في ں.

١٠ ـ الأربع: الأربعة في ں.

١١، ١٢ ـ †...†: سقطت في ں.

١٢ ـ المنطقتين: المنطقة في ں. † ... † ں: «التي يتحرك المتحرك عليها ويمر بنقطة الذروة».

١٥ ـ لحركة: بحركة في ں، الحركة في م. وهي: سقـطت في ں. نقـطة هي: سقـطت في ں.

١٦ ـ †...† ں: «لأنها».

وأمّا لحركة الكوكب الخاصة التي هي حركة التدوير على مركزه فمن موقع هذا الخط من السطح الحامل لفلك التدوير، وهي النقطة المشتركة لسطح التدوير وللسطح الظاهر من الحامل. وهي أيضاً ثابتة بالنسبة إلى التدوير، وأجزاء ⌉ منطقة التدوير منتقلة متبدلة بالنسبة ب ١٨ ظ إليها. †في هذا الوضع تتحد ذروتا التدوير الوسطى والمرئية.

وأمّا مبدأ الحركة في العرض فمن إحدى النقط الأربع -/أعني نقطتي التقاطع بين ١٢٥ و المائل والبروج أو إحدى نقطتي النهايتين†.

ويمكننا أن نتوهّم هذا الأمر بوجه آخر؛ وهو أن نتوهم القطر الذي طرفه يحدّ هذه النقط، عند فرضنا أن الكرة المتحركة تبتدىء لتقطع الدورة في كل وقت، لازماً لمركز الكرة المتحركة ومركز الجسم الحاوي لها، وهو الذي عنده تتبدّل دائماً أجزاء منطقة المتحركة. فتكون حركة المتحركة معتبرة بالنسبة إلى طرف هذا القطر الساكن.

⌉أمّا في حركة الفلك الحامل [فيُعتبر] طرف القطر المارّ بمركز العالم ومركز الحامل؛ لأنّ م ٢٩ و هذا القطر إنْ تحرّك فإنّما يتحرك على مركز العالم مع حركة الأوج، وليس يتحرك بحركة الخارج المركز أصلاً.

وأمّا في فلك التدوير [فيُعتبر] طرف القطر المارّ بمركز الحامل ومركز التدوير؛ لأن هذا القطر إنّما يتحرك حول مركز الحامل حركة مستوية بحركة الحامل، وليس يتحرك بحركة فلك التدوير أصلاً. وكلّما تحرّك التدوير تمرّ أجزاء منطقته على طرف هذا القطر شيئاً فشيئاً. ومن زمان ذلك المرور يُعلم مقدار حركة †التدوير خاصّة. وعلى كلا الوجهين فالحاصل† منهما شيءٌ واحد.

---

١ - الكوكب: الكواكب في م. هي سقطت في ب و م.
٢ - للسطح: السطح في ب.
٤، ٦ - †...†: سقطت في ب.
٤ - الوضع: الموضع في م. تتحد: تتحدان في ب و م.
٨ - النقط: النقطة في ب. الدورة: الذروة في ب. وقت: ب تضيف: «ما». لازماً: ب «ثابتاً - أعني أن ذلك القطر لازم».
٨، ٩ - الكرة المتحركة: المتحرك في ب.
٩ - لها: له في ب.
١٠ - المتحركة: المتحرك في ب.
١١ - الحامل: لحامل في م. طرف: فطرف في جميع النسخ.
١٢ - الأوج: ب تضيف «بحركة الممثل».
١٤ - طرف: فطرف في جميع النسخ.
١٥ - الحامل¹: العالم في ب وقد شطبت وصححت على الهامش بكلمة «الخارج».
١٧ - †...† ب: «الكوكب على محيط التدوير. وعلى كلي التقديرين فإن المعنى الحاصل». كلا: كلي في جميع النسخ.

فأمّا عند كون مركز التدوير في أبعد بعده وأقرب قربه، فليس بيننا وبينهم خلاف. وأمّا متى كان مركز التدوير على غير هاتين النقطتين لزم من ذلك على رأيهم أن تكون ذروة التدوير المستوية التي منها يجعل مبدأ حركة الكوكب تنتقل عن وضعها الحقّي - أعني موضع المماسّة بين سطح التدوير وسطح الفلك الحامل - بعد أن كانت منطبقة عليها حين كان مركز التدوير في الأوج أو الحضيض، فتميل إلى جهة المغرب عنها، وذلك من حين يفارق مركز التدوير بعده الأبعد إلى حين يبعد عن الشمس سدس الدورة بالتقريب، لأنّ الذروة الوسطى عندهم تكون حينئذٍ في غاية بعدها في جهة المغرب عن الذروة الأولى - أعني المماسّة.

ثم من التسديس إلى حين يربّع الشمس ترجع الذروة متحركة إلى جهة المشرق على خلاف تلك الجهة، لأنّ الذروة آ تعود راجعة إلى المكان الأول. وذلك أنّ مركز التدوير متى ب ١٩ و وصل إلى حضيض الحامل تعود هذه الذروة منطبقة على نقطة المماسّة. وفي هذا المكان ينطبق قطر التدوير على الخط الذي يمرّ بالمراكز.

وأيضاً فمن حين يفارق مركزُ التدوير الحضيض تميل الذروة الوسطى عندهم نحو المشرق إلى أن يصير بعده من الشمس ثلث دائرة. ثم ترجع الذروة نحو المغرب إلى أن †يقابل مركز تدوير† الشمس. ثم يعود الأمر من الرأس †مثل ما مرَّ إلى حين يقارن الشمس†.

فيلزمهم لذلك [١] إمّا أن يثبتوا أنّ فلكاً حاوياً للتدوير يحركه فينقل قطره عن وضعه الأول في جهتي المشرق والمغرب هذه الانتقالات المضطربة، وليس يتم لهم ذلك لأنّ حركة الذروة الوسطى عندهم عن الذروة المرئية قوسٌ مقدارها ثلاث عشرة درجة إلى جهة المغرب. ثم تعود⌐ فتنطبق / عليها. ثم تميل إلى جهة المشرق عنها مثل ذلك. ثم تعود إلى الانطباق م ٢٩ ظ - ١٢٥ ظ

---

١ - وأقرب: أو أقرب في ب. خلاف: ب تضيف: «وليس يلزم عنه محال».
٣ - المستوية: سقطت في ب. يجعل: تجعل في بر و م. تنتقل: ب تضيف «إلى جهة الغرب».
٦ - عن: على هامش ب.
٧ - الأولى: سقطت في ب.
٨ - يربع: ب تضيف: «مركز التدوير». الذروة: ب تضيف «الوسطى». على: إلى في ب.
٩ - الذروة: ب تضيف «الوسطى». وذلك أنّ: ب: «أعني نقطة المماسّة لأنّ».
١٠ - تعود: تكون في ب. الذروة: ب تضيف «الوسطى». المماسّة: سقطت في بر، ب تضيف: «من سطح التدوير والسطح الأعلى من الحامل».
١٣ - يصير: ب تضيف «القمر». الذروة: ب تضيف «الوسطى»،
١٤ - † . . . † ب: «يقارن القمر». ثم يعود: ويعود في ب.
١٤، ١٥ - † . . . †: سقطت في ب.
١٦ - فلكاً: فلك في بر و م.
١٨ - ثلاث عشرة: ثلثة عشر في جميع النسخ.

١٢٥ ظ

فلا تتم الدورة، لأنَّ مبلغ †ميل الذروة الوسطى† في الجهتين معاً إمَّا عن الذروة المرئية فنحو من ستة وعشرين جزءاً، وإمَّا عن نقطة المماسّة† فبنحو من ضعف ذلك†. وبالجملة †فإن المحرك للذروة الوسطى هذه الحركة لا يتم دورته وهو محال†.

[٢] وإمَّا أن يكون فلك التدوير، المحرك لجرم القمر، في وقت اجتماع مركزه بالشمس يسرع في حركته إلى أن يبعد مركز تدويره عن أوجه ثلث دائرة، ثم يبطئُ إلى أن يصير بعده عنه نصف دائرة، ثم يسرع مرّة أخرى ويبطىء إلى حين يجتمع †مركز التدوير والأوج في المقابلة†، ويرجع الأمر من الرأس.

ومن أجل ذلك جعلوا تعديل الذروة من حين يفارق مركز التدوير الأوج إلى حين يصير بعده منه قف جزءاً يزاد على الخاصة. وبالعكس إذا بعد †عن الأوج† أكثر من قف جزءاً، †فإنَّه ينقص منها†.

وغاية هذا التعديل هو مقدار الزاوية التي يحيط بها الخطّان المخرجان، أحدهما من مركز العالم والآخر من نقطة المحاذاة إلى مركز التدوير، ثم إلى محيطه †القائم على الخطّ المارّ بالمراكز†، فيفرزان من محيط التدوير قوساً مقدارها الثلاث عشرة درجة †وتسع دقائق† المقدم ذكرها. وأمَّا بالنسبة إلى الخط المخرج من مركز الحامل فأكثر من ذلك بكثير.

ں ١٩ ظ

وأمَّا حركة مركز التدوير بالفلك الحامل فمن حين الاجتماع مع الشمس† إلى أن يبعد من الشمس ثُمن دائرة† يسرع في سيره، †لأنَّه قد بَعُد في هذه الحالة من أوج حامله أكثر من

١ ـ الدورة: الذروة في بر. †...†: «ميلها» في ں.
٢ ـ †...† ں: «فأكثر من هذا بكثير». ضعف: على هامش بر.
٢، ٣ ـ †...† ں: «فلا يتمم الدورة وهو محال».
٤ ـ مركزه: على هامش ں: «مركز التدوير».
٥ ـ مركز تدويره: مركزه في ں. يبطىء: ں تضيف: «حركة فلك التدوير».
٥، ٦ ـ بعده عنه: «بعد مركز التدوير من الأوج» في ں.
٦ ـ يسرع: ں تضيف: «مركز التدوير».
٦، ٧ ـ †...† ں: «مع الأوج».
٨ ـ جعلوا: جعلو في ں. حين: حيث في ں.
٩ ـ †...†: سقطت في ں.
١٠ ـ †...†: سقطت في ں.
١١ ـ هو: سقطت في ں.
١٢ ـ المحاذاة: ں تضيف: «على زوايا قائمة من الخط المار بالبعدين».
١٢، ١٣ ـ †...†: سقطت في ں.
١٣ ـ الثلاث عشرة: الثلثة عشر في بر وم. †...†: سقطت في ں.
١٥، ١٦ ـ †...† ں: «فعلى رأيهم يجب أن يكون أولاً».
١٦ ـ سيره: السير في ں.
١٦، ١ ـ †...†: ں: «إلى أن يصير بعده من الشمس ثمن دائرة بالتقريب».

ربع، فيكون مسرعاً†، ثم يبطىء إلى أن يبعد عنها ربع دائرة. †وعند ذلك يلقى الحضيض، لأنّه يكون قد قطع من حامله أقلّ من ربعه. ويدوم بطؤه إلى أن يبعد منها ربع وثمن دائرة، لأنّه يقطع من حامله أيضاً أقلّ من ربعه. ثم يسرع في سيره إلى أن يكون بعده من الشمس نصف دائرة. فيقابلها وهو في أوجه، ويكون قد قطع من حامله أكثر من ربعه؛ وقد تمّت دورته في الحامل. وقِسْ ⌐على هذا حاله في النصف الأخير الباقي من الشهر. وهذه السرعة والبطء اللذان لحقا حركة المركز إنّما لزما بسبب فرض استواء حركة المركز عند مركز البروج†. م ٣٠ و

وتصوّر مثل هذا وشبهه ممّا لا يخفى على من عنده أدنى بصيرة أنّه مجانب للأصول المقررة في هذا العلم، وغير لائق بالحالة المنتظمة والأمر المستمرّ الذي لا خلل فيه ولا نقص.

ولم نقل هذا القول للافتخار ولا للازدراء على أحد، لكن ايثاراً† للحق وانتصاراً له†.

وقد يظهر من كلام بطلميوس أنّ قصده فيما تخيّله من هذه الأشياء† الاتيان بالهيئة الصحيحة. لكن لمّا اعتاص عليه عدل إلى† تصحيح الطرق الحسابيّة التي يوافق ما يخرج منها لما يظهر عياناً بالرصد، وإن كان قد خالف فيه الأمر الذي يرى أنّه طبيعة الأجرام السماويّة. وهذا القصد بيّن في كلامه في التاسعة من كتابه. وظنّي أن العلوم بل كل صناعة يقلّ ان توجد في مبادئها / كاملة، وإنّما تكمل شيئاً فشيئاً بما يقذف به في روع المطبوعين فيها. ١٢٦ و

قال† الشيخ الإمام† المؤلف: وإذ قد تبيّن لنا ما في هذه الحركات على هذه الجهات من الأشياء المخالفة للأصول، وكان غرضنا البحث عن حقائقها، وأن نتصوّر لها هيئة موافقة للقواعد الموضوعة أصولاً لهذا العلم. إذ لا بد في كل علم من أخذ أصول مسلّمة إمّا أن

---

١ ـ عنها: «من الشمس» في ىه، ربع: ىه تضيف: «وثمن».

١، ٧ ـ †...† ىه: «ثم يسرع في السير إلى أن يرجع القطر المارّ بالمراكز إلى وضعه الأول، فينطبق مركز التدوير على الخط المار بالمراكز، وذلك عند المقابلة للشمس. وتستمرّ سرعته إلى أن يبعد عنها مركز التدوير نصف وثمن دائرة. ثم يأخذ في البطء فيبطىء إلى أن يصير بعده منها نصف وربع وثمن دائرة. ثم يسرع حتى يرجع».

٨ ـ وتصوّر: ويصور في م. للأصول: الأصول في ىر.

١٠ ـ للازدراء: للاذراء في م وىه. †...† ىه: «محبة الحق وايثاراً له واتباعاً له» انظر مجسطي م٩ ف ٢ مب ٧٤٧٥ ص ٥٣ظ.

١١، ١٢ ـ †...† ىه: «التي اعتاصت عليه إنّما هو».

١٢ ـ الطرق: الطريق في ىه.

١٣ ـ فيه: على هامش ىه.

١٤ ـ في¹: من في ىه.

١٥ ـ يقذف: تعرف في ىر وم.

١٦ ـ †...†: سقطت في ىه. المؤلف: على هامش م الحاشية التالية: «تقرير مذهبه في حركات القمر وأفلاكه بحل إشكالاته».

١٨ ـ للقواعد: ىه تضيف «الحكمية».

تكون مبرهنة في غيره موضوعة فيه، وإمّا بديهيّة أوليّة تجعل أصولاً †يعتمد عليها في ذلك العلم† ـ فأمّا الأمور التي تسلّمها آ الرياضيّ ليعمل عليها في هذا الأمر فهي أنّ الحركات (ن ٢٠ و) السماويّة دوريّة مستوية، وأنّ الأرصاد وكميّة الأوساط المنتزعة من الأدوار على ما قد قيل فيها ـ ما لم يتبيّن له ما يخالف ذلك ـ ثم يتلوها بما يلزم عنها ويترتب عليها† هيئة موافقة لذلك بأبسط ما يمكنه†.

وبما ينبغي أن نقدم أمام وصفنا هيئة أفلاك القمر وعدد أكره على الوجه الذي ذكره بطلميوس ـ ونحن لا نخالفه في ذلك †لعدم الحاجة†، لكنّا نخالفه في† أمرين: أحدهما† في قدر حركتي الحامل والمايل، والثاني في جهتي الحركتين ـ ونقصد أن يكون الحاصل من عملنا وعمله شيئاً واحداً موافقاً للذي ظهر له بالحقيقة، وان نلزم الأمر الذي هو جار على النهج القويم ـ أعني موافقة الأصول ـ فنتوهّم أنّ جهتي الحركتين لأوج القمر ومركز تدويره على عكس ما وصفوه من أمرهما. وكذلك الخلاف في مقدار ⌐كل واحدة من الحركتين مع الموافقة (م ٣٠ ظ) في الحاصل على الوجهين جميعاً.

ولنبدأ فنشرح ألفاظاً نستعملها للإيجاز، فنعرف المراد بها، لكيلا نحتاج إلى تكرير شرحها في كل موضع.

فمنها انّا إذا قلنا أوج القمر فإنّا نريد بذلك البعد الأبعد لمركز التدوير من مركز الأرض. وهي النقطة التي يقع عليها الخط المستقيم المارّ بمركز العالم ومركز الحامل من السطح الحاوي للفلك الحامل. وإذا قلنا حركة الأوج فإنّما نعني به حركة هذه النقطة، وهي حركة الفلك المائل.

وإذا قلنا حركة مركز التدوير فإنّما† نريد بذلك ما يقطعه في الطول إلى التوالي†.

١، ٢ ـ †...†: سقطت في ن.
٣ ـ دوريّة: دورة في ن.
٤، ٥ ـ †...†: سقطت في ن.
٦ ـ نقدم: نقدمة في ن. وصفنا: وصعنا في ب.
٧ ـ †...†: سقطت في ن. †...†: سقطت في ن.
٨ ـ الثاني: سقطت في ن. الحركتين: ن تضيف: «أيضاً». ونقصد: ن «ونلتزم أمرين ـ أحدهما».
٩ ـ شيئاً: شيء في ن. له: ن تضيف: «بالرصد». وان نلزم: ن: «والآخر لزوم».
١٠ ـ القويم: القوايم في ب.
١١ ـ الحركتين: ن تضيف: «لما ذكر لهما».
١٢ ـ جميعاً: معاً في ن.
١٥ ـ أنا: سقطت في ن. فإنا: فإنّما في ن.
١٧ ـ به: سقطت في ن.
١٩ ـ †...† ن: «نعني حركة حامله».

وإذا قلنا حركة الكوكب أو الخاصّة فإنّما نعني حركة فلك التدوير على مركزه.

وإذا قلنا حركة الشمس فإنّا نريد حركة مركزها المستوية عند مركز فلك البروج الشبيهة بحركتها عند مركز حاملها ـ وهو المسمّى مركز الشمس ووسط الشمس، وعليه يقع التعديل فيحصل الموضع الحقّي على ما أشار إليه بطلميوس.

وإذا قلنا التعديل فنريد به القدر الذي به تخالف الحركة المستوية الحركة المرئية ⌉عند مركز البروج. ں ٢٠ ظ

وإذا قلنا البعد فإنّا نريد به البعد اليوميَّ، وهو قوس من دائرة البروج هي فضل حركة مركز تدوير القمر في اليوم الواحد† على التوالي† على حركة الشمس †في اليوم الواحد† ـ وهو على ما قد بيّنه بطلميوس/ يب يا كو ما . ١٢٦ ظ

وكثيراً ما يستعمل هذه الألفاظ أصحاب هذا الشأن. لكنّا نحترز من طعن طاعن يتبع ظاهر القول ولا يكون قصده إيثار الحق.

وبعد أن عرفنا ما نقصده بهذه الألفاظ نبيّن الآن الهيئة الموافقة للأرصاد المطابقة لأصول هذا العلم. ولمّا كانت الأرصاد والأوساط يلزم منها أنّ الذروة الوسطى للقمر تميل عن الذروة الحقّية في جهة المغرب والمشرق، وتنطبق عليها عندما يكون مركز التدوير في بعده الأبعد أو الأقرب؛ وهذا أمر قد تقدّم بطلميوس فبيّنه بمقتضى الحركات الوسطى للقمر، وبما تبيّن له من أرصاده وأرصاد غيره، لكن جهات الحركات التي توهمها ليتم بها هذا الأمر لم تكن على الوجه الصحيح، فلذلك احتجنا إلى تغيير جهتي الحركتين ليكون ما يلزم عنها ⌉يوافق †الأصول ويطابق الأرصاد†. م ٣١ و

---

١ ـ مركزه: مركز نفسه في ں.
٢ ـ الشمس: ں تضيف: «أو وسط الشمس». فإنّا: فإنما في ں. نريد: ں تضيف «بذلك». المستوية: على هامش ں. مركز: سقطت في ں.
٣ ـ بحركتها: ں تضيف: «بحركة حاملها». وهو: ں: «وهذا الموضع هو».
٥ ـ به: ں تضيف «تارة». الحركة² : للحركة في بں و م. المرئية: ں تضيف «المقوّمة».
٧ ـ البعد: «بعد القمر» في ں، فإنّا: فإنّما في ں. هي: وهي في بں.
٨ ـ †...† سقطت في ں. †...† ں: «ليوم واحد».
٩ ـ قد: سقطت في ں.
١٠ ـ وكثيراً: وكثير في ں. لكنا: لكن في ں.
١١ ـ ايثار: على هامش بں.
١٢ ـ نقصده: نقصد في ں.
١٤ ـ جهة: جهتي في ں..
١٦ ـ من أرصاده: بارصاده في ں.
١٨ ـ †...† ں: «الارصاد ويطابق الأصول».

١٢٦ ظ

فنتوّهم أنَّ أوج القمر يتحرك إلى التوالي. وانَّ الحامل يتحرك إلى خلاف التوالي. وهذا أمر خالفنا فيه جميع أصحاب علم الهيئة.

وليكن في مثالنا لما نريد إيضاحه أوج القمر ومركز تدويره والشمس مجتمعة في نقطة من فلك البروج في وقت ما. وليتحرك كل واحد منهما بما يخصّه من الحركة وبما يلحقه من تحريك محرك يحركه.

فنتوهم فلك الجوزهر يتحرك على مركز العالم وعلى قطبي فلكه الثابتين ومحوره - وهو محور البروج - إلى خلاف التوالي حركة مستوية بقدر زيادة الحركة في العرض على الحركة في الطول. وينقل معه الفلك المائل بكل ما فيه. وذلك على ما قد تقرّر وعلم من قبل، وهو في اليوم بليلته ح ج ي ما يه كو ز .

ويتحرك أيضاً الأوج باستواء على قطبي السطح الأعلى من الفلك المائل. ومحور هذا الفلك آ مقاطع لمحور البروج على مركز البروج. وحركته في اليوم بليلته إلى توالي البروج لز لو لط ب ، وهي مثل مجموع الحركة في العرض ليوم - أعني يج يج مه م - مع البعد المضعّف ليوم - وهو كد كب نج كب - فينقل معه الفلك الحامل وفلك التدوير بالضرورة. ب ٢١ و

ويتحرك أيضاً الفلك الحامل فينقل التدوير إلى خلاف التوالي في اليوم الواحد مثل †البعد المضعف† المقدّم ذكره. فإذا أسقطنا من حركة الأوج التي إلى التوالي حركتي الجوزهر والحامل المخالفتين لها تبقى الحركة في الطول في اليوم بليلته. †وحركة الجوزهر ح ج ي ما وحركة الحامل في اليوم كد كب نج تبقى الحركة لمركز التدوير يج ي لد نط †. فإذا أسقطنا من حركة الطول حركة الشمس ليوم - وهي ح نط ح يز - تبقى

---

١ - الحامل: «مركز التدوير» في ب.
٨ - بكل ما: بكلها في ب. وذلك: ب تضيف «حركة الجوزهر».
٩ - يه كو ز : سقطت في ب.
١٠ - الفلك: ب تضيف: «المائل».
١٥ - الحامل: على هامش ب.
١٦ - †...† ب «ضعف البعد اليومي». ذكره: ب تضيف «وهو كد كب نج كب ».
١٧ - والحامل: والمركز في ب. لها: ب تضيف: «في اليوم الواحد وحركة الجوزهر ح ج ي ما وحركة المركز في اليوم كد كب نج كب ». تبقى: بقيت في ب. في الطول: على هامش ب. بليلته: ب تضيف: «يج ي لد نط ».
١٧، ١٩ - †...†: وردت مسبقاً في ب انظر الحاشية السابقة.

القوس المسمّاة بالبعد وهي يب يا كو مب . وذلك موافق لما قد قرر في المجسطي.

وإذا أسقطنا حركتي الشمس والجوزهر من حركة الأوج يبقى البعد بين مركز الشمس وبين أوج القمر ثلاثة أمثال البعد المذكور. ويكون بعدها من المركز مثلي البعد اليومي بالتقريب.

ولا يقال إنّ هذه المقادير ليست من دائرة واحدة لأنّا إنّما نعتبر ذلك بالحركة الوسطى، وهي قوس من فلك البروج شبيهة /بالقوس من الخارج المركز التي يقطعها مركز التدوير، ١٢٧ و مثل ما قلنا في حركة الشمس، على محيط خارج مركزه. فيكون بُعد المركز من الأوج مثلي البعد اليومي تقريباً. وكذلك تكون الحال في كل يوم. فيحصل في اليوم الثاني من المفارقة: امّا بُعد الشمس ⌐من مركز التدوير فضعف البعد اليومي †المقدم ذكره†، وامّا بُعدها من م ٣١ ظ الأوج فستة أمثاله، وامّا بُعد المركز من الأوج فأربعة أمثاله ـ أعني البعد اليومي.

فإذا صار بُعد المركز من الشمس ربع دائرة يصير بعد الأوج من الشمس نصف وربع دائرة. †وبعد الأوج من المركز† نصف دائرة. فيكون المركز قد التقى مع البعد الأقرب ضرورة حين يربع المركز للشمس.

فإذا صار بُعد المركز من الشمس نصف دائرة صار بُعد الأوج من الشمس بعد الاجتماع بها ثانياً نصف دائرة. ويكون قد بَعُد الأوج من المركز دوراً تامّاً. فيكون قد اجتمع مع المركز في مقابلته للشمس.

وإذا صار بُعد المركز من الشمس نصف وربع دائرة يكون بعد الأوج عن الشمس بعد الاجتماع بها مرتين ربع دائرة، وبُعد الأوج من المركز نصف دائرة. فيجتمع المركز مع الحضيض في التربيع الثاني للشمس.

---

١ ـ المسمّاة: المسمى في جميع النسخ. بالبعد: ىه تضيف: «اليومي». مب : يب في بر و م.
٢ ـ وإذا: فإذا في ىه.
٣ ـ البعد: ىه تضيف «اليومي». مثلي: مثل في بر و ىه.
٥ ـ ولا: لا في ىه. لأنّا: لأنها في ىه.
٧ ـ خارج مركزه: خارجها في ىه. فيكون: ويكون في ىه.
٨ ـ تقريباً: سقطت في ىه.
٩ ـ امّا: وامّا في بر. †...†: سقطت في ىه.
١٢ ـ †...†: مكررة في بر.
١٣ ـ ضرورة: سقط بعد هذه الكلمة في النسخة التي لدينا من ىه صفحتان بالضبط إذ إنّ كلا الترقيمين بالأرقام الهندية والغربية لورقة ٢١ظ و٢٢و مفقودان أيضاً.
١٥ ـ دوراً: دور في م.

فإذا عاد المركز إلى مقارنة الشمس ثانياً عاد الأوج إلى مقارنتها دفعة ثالثة، فيعود مركز التدوير إلى مقارنة الأوج عند اجتماعه مع الشمس.

فأمّا ذروة التدوير في هذه المواضع الأربعة فليس لها اختلاف أصلاً على المذهبين جميعاً. فقد تبيّن مما وصفنا أنّ السبيل التي سلكناها تتفق مع السبل التي سلكها في هذه المواضع الأربعة المذكورة.

وأمّا متى كان مركز تدوير القمر على غير هذه النقط الأربع فإنّ الذروتين تختلفان بالتقديم والتأخير؛ أعني الذروة الوسطى، والذروة المرئية، وهي التي تسمّى الحقّية. وهذا الاختلاف هو الذي يسمّيه بطلميوس محاذاة التدوير، ويريد بذلك انحراف قطر التدوير الذي يكون من طرفه الأعلى يوجد (؟) مبدأ الحركة المستوية للقمر على محيط التدوير - وهي المسمّاة بالذروة الوسطى، والمستوية أيضاً - عن الخط المارّ بمركزي العالم والتدوير ثم إلى الذروة الحقّيّة.

والقوس التي من فلك التدوير فيما بين الذروة الوسطى والذروة المرئية هي تعديل الخاصة للقمر. وقد بيّن بطلميوس مبلغ هذه القوس وغايتها بارصاد كثيرة لأبعاد جزئيّة فيما بين النقط المذكورة. وبيّن أنّ هاتين الذروتين لا تتحدان في غير المواضع الأربع المذكورة.

ويلزم عن تلك الهيئة والأوضاع والحركات التي ذكرها أنّ مركز تدوير القمر من حين يفارق الشمس تميل الذروة الوسطى إلى نحو البُعد الأبعد، إلى حين يبعد ⌝مركز التدوير من م ٣٢ و
الشمس نحو سدس دائرة بالتقريب، فينقص هذا الميل، /وتقرب الذروة الوسطى من المرئيّة ١٢٧ ظ
إلى حين يربع القمر الشمس، فتتحدان هنالك، فتنطبق الذروة الوسطى على المرئية.

ثم من حين يبعد القمر عن الشمس أكثر من الربع تميل الذروة الوسطى نحو البعد الأبعد أيضاً إلى غاية هي مثل الغاية الأولى. ثم ترجع نحو الذروة المرئيّة فتنطبق عليها حين يقابل القمر الشمس بالوسط.

ومتى زاد بعد المركز عن الشمس أكثر من نصف الدور مالت الذروة الوسطى نحو الأوج أيضاً إلى أن تبلغ غاية مساوية للغاية الثانية. ثم يقلّ البُعد بينهما إلى حين تنطبق إحداهما على الأخرى عند التربيع الثاني للقمر.

ثم تميل الذروة الوسطى نحو الأوج إلى أن تبلغ غاية مثل الغاية الأولى. ثم تنقص إلى

---

٧ - بالتقديم: باالتقديم في بر.

٩ - يوجد: غير منقوطة في بر وم.

١٩ - أكثر: أكبر في م.

٢٤ - إحداهما: أحديها في بر وم.

٢٥ - مثل: في ميل بر وم.

١٢٧ظ

أن تتطابقا عنـد الاجتماع مـع الشمس. ويعود الحـال من الرأس في الـدور الآخر. فيحصـل لذروة التدوير في الشهر الواحد أربع غايات من الاختلاف وثـمان حركـات في جهتين: أربـع منها نحو جهة المغرب، وأربع نحو جهة المشرق.

وهذه أمور لزمته من أجل أنه جعل انَّ الأوج متحرك إلى خـلاف التوالي، وانَّ الحـامل لمركز التدوير متحرك إلى التوالي.

وعمل على رصـدين من الأرصاد المثبتـة عن أبرخس شكلين هنـدسيين فتبـيَّن بهما وبمـا تحقق عنـده من حركـات القمر الـوسطى مـواقع المـراكز ووضعهـا من مـركـز العـالم. وحقّق موضعي القمر بالرصد والحساب فاختلفا. فـأخرج خـطّين مستقيمين: الأول منهـما يمرّ بمـركز التدوير ومركز الحامل، والثاني يمرّ بمركز التدوير ومركز العالم. فلم يمرَّ واحد من هذين الخطّين بالحضيض المستوي من التدوير، فلا يمرّان بالذروة المستوية. فأخرج خـطاً يمر بمـركز التـدوير وحضيضه المستوي وأنفذه على اتصـال واستقامـة فمرّ بنقـطة على الخط الـذي فيما بـين مركـز العالم والبعد الأقرب من الفلك الحامل للقمر بُعدُها من مركز العالم كبعد مركز الحـامل منـه. فسمّاها نقطة المحاذاة.

ولزم من مجموع هيئته التي حدسها والارصاد التي استعملها والحركـات التي قرّرهـا أن مركز التدوير إنما يستقيم أمره أن تكون حركته ˥ مستويـة عند مـركز العـالم وأنَّ ذروة التدويـر ن ٢٢ ظ
الوسطى تحاذي أبداً نقطة ˥المحاذاة. وارتضى ذلك واستعمله وهما محالان لما فيهـما من مخالفـة م ٣٢ ظ
الأصول.

أمّا الأوّل فلأنَّ مركز التدوير إذا تحرّك حركة مستوية عند مـركز العـالم اختلفت حركتـه عند مركز الحامل المحرك له.

وأمّا الثاني فلأن ذروة التدوير الوسطى †عنده لا تلزم نقطة المماسّـة بين فلكي التـدوير والحـامل، لكن تميـل عنها† كـما بيّنّـا† في جهتي المشرق والمغـرب، وتعـود إليهـا. وهـو محـال أيضاً†.

---

١ ـ تتطابقا: ينطابقا في م. الدور: التدوير في ب.

٤ ـ متحرك: متحركاً في ب.

٦ ـ رصدين: على هامش ب الحاشية التالية: «وكانا في سنة واحدة، وهي سنةماية وسبع وتسعين لـوفاة اسكندر».

١١ ـ فمرّ: فيمر في ب.

١٦ ـ الوسطى: الوسطا في ن.

٢٠، ٢١ ـ †...† ن: «يكون لها تقدم إلى جهة المغرب وتأخر إلى المشرق».

٢١، ٢٢ ـ †...† ن: «وذلك محال».

لكن لمّا حدسنا نحن أن جهتي الحركتين على خلاف ما قاله فأصبنا الحق وطابقنا بما خرج †عندنا ما خرج† له ولم نغادر منه إلاّ القليل الذي يمكن فوات مثله بالرصد. [انظر الشكل رقم (٤)].

[الشكل ٤]

†ومن الانصاف أن نسلك مسلكه فنستعمل الأرصاد التي استعملها هو أيضاً فنورد ذلك كما قاله ونعمل عليه بمقتضى أصولنا / ونذكر† الرصدين اللذين استعملهما، فقال: ١٢٨ و

إنّ الأوّل منهما كان لمضي خكـ سنة شمسيّة ريط يوماً ونصف وربع يوم معدَّلة لملك بخت نصر. وكان بُعد القمر من الشمس بالرصد شيج جزءاً ومب دقيقة. والبُعد

١ - وطابقنا: فطابقنا في ر. بما: ما في ن.
٢ - †...†: سقطت في ن. بالرصد: ن تضيف «لقلته».
٤، ٥ - †...† ن: «واستعملنا».
٥ - فقال: على هامش م الحاشية التالية: «بيان أنّ إشكال المحاذاة غير وارد على ما تصوّره في أمر (؟) فلك القمر (كذا)».
٧ - وكان: فكان في ن. القمر: جرم القمر في ن. الشمس: ن تضيف «الحقي». شيج ن «ثلثماية وثلثة عشر»، مب : ن «واثنتي واربعين».

١٢٨ و

بين مركز التدوير وبين موضع الشمس الحقّي شيد كح . †فموضع القمر بالرصد† ناقص عن موضعه† المحسوب بالوسط† ح مو . وكان بعد مركز التدوير من مركز الشمس ـ وهو موضعها الوسط ـ †على ما يوجبه الحساب† شيه لب . وهذا البعد هو الذي كان يضعّفه ليعلم منه بُعد الأوج عن مركز التدوير، لأنّ هذا البُعد بعينه هو بُعد الأوج من وسط الشمس عنده. وكان أيضاً بُعد مركز القمر من ذروة تدويره المستوية قفه ل .

†وهذه القسيّ المذكورة ـ أعني بُعد مركز التدوير من موضعي الشمس بالحقيقة والوسط، وبُعد مركز القمر من الذروة الوسطى المعلومة بالحساب ـ منتزعة من الجداول للملك بخت نصر. وأمّا بُعد مركز القمر المحقّق من مركز الشمس المحقّق فعلم بالرصد.

ولمّا كان بُعد القمر من الذروة الوسطى حالة الرصد مابة وخمسة وثمانين جزءاً ونصفاً، يكون تعديله زائداً لو اتّحدت الذروة الوسطى والمرئية. وقد وُجد ناقصاً مو دقيقة. فقد تبيّن أنها غيرها†.

فقد دلّ الرصد على أنّ القمر لم يصل حينئذٍ إلى الحضيض المرئيّ لأنّه ناقص السير. فيكون حضيضه الوسط متقدّماً إلى جهة المغرب عن †موضعه بالرؤية، وعن† الحضيض المرئي، والذروة †الوسطى متأخرة عن الذروة المرئيّة في جهة المشرق†. م ٣٣ و

فإذا قد وطنت هذه الأشياء فليكن الفلك الحامل لتدوير القمر [في الشكل رقم (٥)] فلك ابج على مركز د . وليكن قطره الذي يمرّ بالبعدين الأبعد والأقرب ادج . وليكن عليه نقطة نهب انّها مركز العالم، وهي نقطة ه . وليكن البعد الأبعد نقطة ا والأقرب ىـ ٢٣ و نقطة ج . ولتكن جهة التوالي من ا إلى ب ثم إلى ج .

---

١ ـ †. . .† ىـ: «وهذه قسيّ استخرج مقاديرها من قبل الزمان من الجداول الموضوعة لتقييد مواضع الكواكب، فوجد موضع القمر الحقيقي». ناقص: ناقصاً في جميع النسخ.

٢ ـ †. . .† ىـ: «الوسط».

٣ ـ †. . .† ىـ: «على تلك الأصول والتقييدات». يضعفه: نصفه في م.

٤ ـ لأنّ: ومثل في ىـ. هو: سقطت في ىـ.

٥ ـ تدويره: تدوير في م.

٦، ١١ ـ †. . .†: سقطت في ىـ.

٩ ـ ونصفاً: ونصف في بر و م.

١٢ ـ فقد: وقد في ىـ.

١٣ ـ متقدماً: متأخراً في ىـ. †. . .†: سقطت في ىـ.

١٤ ـ †. . .† ىـ: «بالعكس».

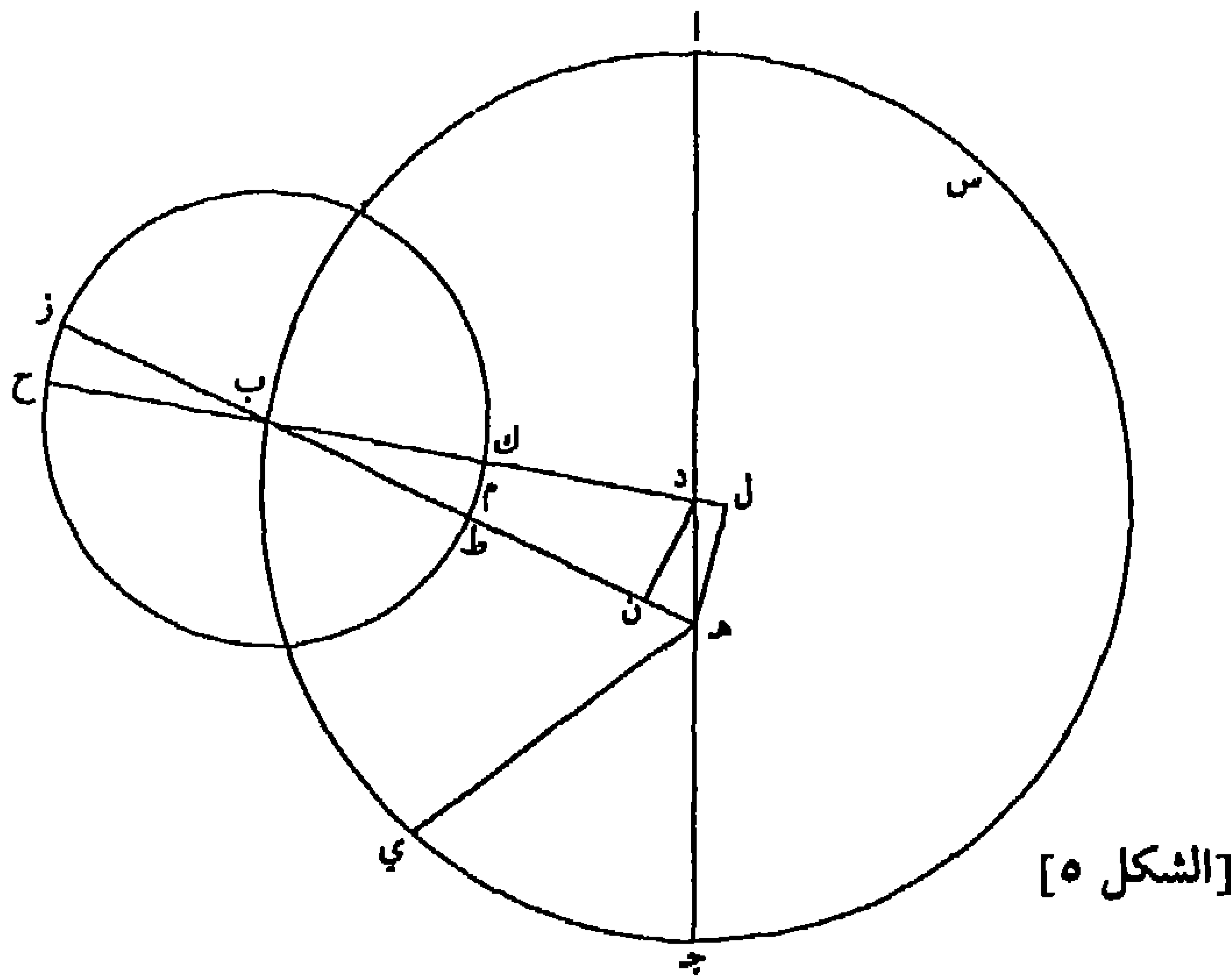
١٥ ـ الفلك: على هامش بر. الحامل: لحامل في م.

١٧ ـ نهب: نهب في ىـ.

فلأنّ البعد بين مركز التدوير وبين وسط الشمس على ما قد حسبه بطلميوس شيه لب ، ومن البيّن على ما أصّلناه نحن، يكون بُعد الأوج من مركز الشمس ثلاثة أمثال البعد الأوسط دائماً. فنضرب هذا البعد في ثلاثة فيكون ظمو لو . وبعد إسقاط الأدوار يصير بعد الأوج من مركز الشمس ركو لو . فبعد الحضيض حينئذ من وسط الشمس مو لو . ويكون بعد †المركز من † الأوج خلا د ، إذ هو ضعف البعد على ما قد بيّنا. وبعد إسقاط الدور رعا د . †فتمام الدور، وهو† فح نو - أعني زاوية ا ه ب .

فأمّا بُعد الشمس من الأوج أو الحضيض فيحيط به زاوية عند مركز العالم. وأمّا بُعد مركز التدوير من الأوج †على ما أصّلناه نحن فزاوية† عند مركز الحامل.

وبعد أن تقرّرت هذه الأشياء عن الأرصاد التي ذكرها والأصول التي اعتمد† هو عليها†، فلنعمل شكلاً نبيّن به ميل ذروة التدوير. [انظر الشكل رقم (٥)].



[الشكل ٥]

---

٣ - هذا البعد: ں تضيف «الأوسط».
٤ - الأوج: أوج في م. ركو: ق: «مائتي وستة وعشرين جزءاً وثلثين دقيقة».
٥ - †...†: على هامش ں.
٦ - رعا د : عاد في ں. †...† ں: «فأقرب بعد الأوج من مركز التدوير». ا هـ ب: ا د ب في ں.
٨ - †...†: ں: «فيحيط به على التحقيق». الحامل: ں تضيف: «أعني زاوية ا د ب ».
٩ - تقرّرت: لزمت في ں.
٩، ١٠ - †...† ں: «عليها بالطريق التي اعتمدنا نحن وهو عليها فنعمل».
١٠ - به: سقطت في ں و م.

فليكن الفصل المشترك بين السطح المستوي المار بقطبي البروج وبمركز الشمس ـ / أعني موضعها الوسط في فلك البروج ـ وبين سطح الفلك المائل للقمر خط ه ي. وليكن فلك التدوير ح ط ك على مركز ب. ونصل خطيّ د ب ح ، ه ب ز . فنقطة ح هي الذروة الوسطى عندنا، ونقطة ز الذروة الحقّية. ١٢٨ ظ

فلأن زاوية ج ه ي ـ أعني ما بين حضيض القمر وموضع الشمس الوسط ـ تكون مو لو ، وذلك أنّ حركة الأوج ووسط الشمس مستويتان عند نقطة ه ـ أعني مركز البروج.

ومن أجل أنّ بطلميوس إنّما قيّد حاصل حركات †مركز الشمس ووسطه† ومركز التدوير على أنّهما مستويتان عند مركز البروج، وعلى هذا الأصل †يكون موضع مركز التدوير هو موضعه بالحقيقة من فلك البروج، ولمّا كان †البعد بين المركزين ـ أعني مركز التدوير ووسط الشمس ـ في وقت الرصد شبيه لب فتكون لذلك زاوية ي ه ب ، مد كح . ى ٢٣ ظ فتصير زاوية ج ه ب ، صا د . فتبقى زاوية ا ه ب ، †عند مركز البروج† فح نو . فنخرج من نقطة د على هب عمود د ن .

فلأنّ زاوية د ه ب ، فح نو ، وزاوية ن قائمة فزوايا مثلث د ه ن معلومة. فنسبة أضلاعه، بعضها إلى بعض، معلومة. فيكون خط د ن امّا بالمقدار الذي به خط ه د ، † قلك جزءاً قيط جزءاً ويط †دقيقة بالتقريب، وأمّا بما به خط ه د † ي أجزاء ويط †دقيقة يكون ي يح نج . وبهذا المقدار يكون خط دب مط ما . فبالمقدار الذي يكون به د ب قلك يكون به خط د ن كد درجة ند دقيقة مز ثانية. وتكون القوس الراكبة عليه من الدائرة المخطوطة على مثلث د ب ن ، كج نح . فتكون زاوية د ب ن، كج نح عند

٦، ٨ ـ مستويتان: مستويتين في جميع النسخ.
٧ ـ أجل: سقطت في م. †...† ى: «الشمس».
٨، ٩ ـ †...† ى: «عمل حسابه فكان».
١١ ـ †...† سقطت في ى. نو : نر في بر و م.
١٢ ـ على: ى تضيف «خط».
١٣ ـ فنسبة: فنسب في ى.
١٤ ـ بعض: البعض في ى. قلك : فلك في بر.
١٤، ١٥ ـ †...† ى: «ماية وعشرين فماية وتسعة عشر جزءاً يط ».
١٥ ـ يط : نط في بر و م. †...† ى: «عشرة أجزاء وتسعة عشر». يط : نط في بر وغير منقوطة

المحيط، فتكون عند المركز يا نط . فتكون زاوية ح ب ز - أعني قوس ز ح من فلك التدوير يا نط .

وذلك هو مقدار ما انحرفت به الذروة المرئية عن الذروة الوسطى. فقد وجدت الذروة الوسطى مائلة عن الذروة المرئية نحو توالي البروج في مثالنا - مع استعمالنا المخالفة في جهتي الحركتين - يا نط ، وفي مثال بطلميوس يا نب . فالتفاوت بينهما ز دقائق من فلك التدوير. †وهي توتر عند مركز البروج أقل من دقيقة†. فقد نجد هذا الأمر على وفاق بيننا وبينه† بمقتضى الحسبانات مع الاختلاف في الهيئة.

قد بقي أنّ المحال الذي لزمه من الهيئة التي تصورها وأخذ فيها †حركة مركز التدوير مستوية على غير مركز الحامل† الذي يحركه، وانّ الذروة الوسطى لا تحاذي مركز الحامل. وهما محالان. ولم يلزمنا† ما لزمه من المحال المذكور لأن الذروة في عملنا محاذية لمركز الحامل دائماً. وحركة مركز التدوير مستوية عند مركز الحامل دائماً.

وهذان الأمران لا يتهيّأ وجودهما على †ما يلزم من† الهيئة التي ذكرها بطلميوس، لأنّ مركز التدوير عنده يقع في جهة اليمين عن الخط المارّ بمركز الحامل ومركز العالم† - أعني قوس ا ع ج † - وعندنا من جهة الشمال عنه† - أعني قوس ا ب ج †. فبالضرورة لا يصحّ على طريقته ما يصحّ على طريقنا.

/ولمّا كان من الواجب على من آثر الحقّ †ولم يعتره الكسل† أن يجعل حسابه† لمركز ١٢٩ و
التدوير من الحامل† على مقدار الزاوية التي عند نقطة د - أعني مركز الحامل - لأنّه على هذا
الوجه فقط يصحح أخذ حركة مركز التدوير المستوية، لأنّ الحامل هو المحرّك له حول ⌐نقطة د. م ٣٤ و

وقد تبيّن أنّ بُعد مركز التدوير من ا و ج آ حامله - أعني نقطة ا بما تقدّم من الحساب ں ٢٤ ظ

---

١ - المحيط: أي محيط الدائرة. المركز: أي مركز التدوير على ب كما في ١٢٩و.
٣ - به: سقطت في بر و م.
٤ - في¹: سقطت في بر. استعمالنا: ں تضيف «فرض».
٥ - نب: نا في ں. ز: ثمان في ں. من: سقطت في بر.
٦ - التدوير: يلي هذه الكلمة فقرة في ں لم ترد في بر و م. انظر ملحق رقم١. †...†: سقطت في ں.
٧، ٨ - †...† ں: «لكنا في هذا العمل لا يلزمنا من جهة أخذنا».
٩، ١٠ - †...† ں: «ولا من انحراف الذروة الوسطى عن محاذاة مركز الحامل».
١٠ - المحال المذكور: المحالات المذكورة في ں. الذروة: ں تضيف «الوسطى».
١١ - دائماً¹: سقطت في ں.
١٢ - †...† ں: «هذا الوجه في».
١٣، ١٤ - ١٤ - ١٦ - ١٦، ١٧ - †...†: سقطت في ں.
١٤ - على: سقطت في بر و م.
١٨ - فقط: على هامش بر. المستوية: ں تضيف: «عند مركز الحامل».

١٢٩ و

خلا د . وبعد القاء الدور من حين الاجتماع السابق للرصد إلى وقت الـرصد† رعـا درجة د دقائق. فقوس ا ب ، فح نو †.

فنخرج[في الشكل رقم (٥)]† خطب د ل، ونخرج† من نقطة ه على خط ب د ل عمود هـ ل . فـلأنَّ زاوية ل قـائمة وزاويـة† ا د ب - أي هـ د ل - † فح نـو ، تبقى زاويـة د ه ل جزءاً واحداً وأربع دقائق. وكـل واحد من أضـلاع مثلث ه د ل معلوم بما بـه يوتـر ه د، قك جزءاً. فيكون امًا خط ه ل ، † قيط نـح دقيقة مـد †ثانيـة بالتقـريب، وإمًا خط دل فجزآن وأربع عشرة دقيقة وثلاث ثواني بالتقريب.

وأمًا بالمقدار الذي يكون به خط د ه عشرة أجزاء يط دقيقة فيكون به امًـا خط ه ل ، †ي أجزاء يح دقيقة نج † ثانية، وإمًا خط د ل فإحدى عشرة دقيقة كز ثانية. وبهذا المقدار يكون خط د ب، †مط جزءاً ما †دقيقة. فجميع خط لب ، †مط جزءاً نب † دقيقـة كز ثانية. ومربعه ألفان وأربعماية وسبعة وثمانون جزءاً ونصف وثمن ثمن جزءٍ. ومربـع خط ه ل ماية وستة أجزاء لد دقيقة بالتقريب.

---

١ - خلا د : سقطت في ں. وبعد: بعد في ں. رعا : دعا في بر.
١، ٢ - †. . . † ں: «مايتي واحد وسبعين درجة وأربع دقائق. فتكون زاوية ا د ب أعني هـ د ل ما تبقى من ثلثماية وستين وهو ثمانية وثمانون جزءاً وستة وخمسون دقيقة».
٣ - †. . . †: سقطت في ں. ب د ل : د ل في ں.
٤ - †. . . † ں: «هـ د ل ».
٥ - جزءاً واحداً: جزء واحد في جميع النسخ. أضلاع: إصلاح في م. يوتر: وتر في ں، موتر في بر و م.
٦ - قك : «ماية وعشرين» في ں. فيكون: ں تضيف: «بما به هـد ماية وعشرين». †. . .†: ں: «فماية وتسعة عشر جزءاً وثمانية وخمسين دقيقة وأربعة وأربعين».
٧ - فجزآن: فجزاان في بر، فجزان في م، فجزوان في ں. واربع عشرة: وأربعة عشر في بر و م، وثلثة عشر في ں. وثلاث ثواني: «واحد وخمسين ثانية» في ں.
٨ - يط : «وتسعة عشر» في ں، نط في بر، غير منقوطة في م.
٩ - †. . . † ں: «فعشرة اجزاء وثمانية عشر دقيقة وثلثة وخمسين». فاحدى عشرة: فأحد عشر في جميع النسخ. كز ثانية: «ونصف» في ں.
١٠ - يكون: كان في ں. †. . . † ں: «تسعة وأربعين جزءاً واحد وأربعين». †. . . † ں: «تسعة وأربعين جزءاً واثنتي وخمسين».
١٠، ١١ - كز ثانية: ونصف في ں.
١١ - جزء: سقطت في ں. ومربع خط: وخط في بر و م.
١٢ - لد : «وأربع وثلثين» في ں.

وإذا جمعا كان منهما المربع الكائن من خط ب ه. فمربع ب ه ألفـان وخمسمايـة وأربعة وتسعون جزءاً ونصف سدس جزء تقريباً. وجذره وهو خط ه ب ، † ن جزءاً نه دقيقـة ن † ثانية بما به هل عشرة أجزاء يح دقيقة ونصف وثلث ونصف عشر جزء.

وإذا جعـل خط ب ه ماية وعشرين جزءاً، يكـون †بذلـك المقـدار† خط ه ل بهـذه الأجزاء† كد جزءاً يح دقيقة يا †ثانية بما به ه ب ماية وعشرين. وتكون القوس الراكبة عليه من الدائـرة المحيطة بمثلث ه ب ل † كج جزءاً ح دقيقـة كد †ثـانية عنـد المحيط، فتكون عند مركز التدوير - أعني نقطة ب - † يا جزءاً ل دقيقة يب †ثانية. فقوس زح من فلك التدوير - أعني ما بين الذروة الوسطى والمرئية - تكون يا ل يب.

/وقد بيّن بطلميوس أنّ مقدار هذه القوس في هذا الوضع بعينـه يا نب . والتفـاوت ١٢٩ ظ
فيما بيننا وبينه †إحدى وعشرون ونصف وربع تقريباً†.

والذي يلحق القمر من التعديل بسبب هذا الاختلاف المذكور عند مركز العالم إنما يبلغ قدره †دقيقتين ونصفاً†. ومثل هذا القدر يفوت الراصد الماهر بأصح ما يكون من الآلات فلا يدركه.

والـذي يؤكد ذلـك ما ذكـره بطلميـوس ⌐في الفصل ي من ه في مـوضعين: الأول م ٣٤ ظ
قوله: «فزاوية بهط إذاً، وهي زاوية أكثر ما يكون من فضل الاختلاف امّا بالأجزاء التي بها زاويتـان قائمتـان ٣٦٠ فتكون ي و ، وامّـا بالأجـزاء التي بها أربـع زوايا قـائمـة ٣٦٠

---

١ - جمعا: جمعنا في بر.
٢ - جزء: جزا في بر و م. †...† ں: «خمسين جزءاً وخمسين دقيقة وخمسة وخمسين».
٣ - يح : «وثمانية عشر» في ں.
٤ - †...†: سقطت في ں.
٥ - †...† ں: «أربعة وعشرين جزواً وثمان عشر دقيقة واحد عشر». وعشرين: عشرين في م.
٦ - †...† ں: «ثلثة [٢٥و] وعشرين جزواً وأربعة وعشرين».
٧ - †...† ں: «أحد عشر جزواً وثلثين دقيقة وإحدى عشرة».
٩ - هذه: هذا في بر.
١٠ - †...† ں: «كا مح ». إحدى: أحد في بر، وعشرون: وعشرين في م.
١٢ - †...† ں: «دقيقة واحدة بالتقريب».
١٤ - ي : «الثاني عشر» في ں. ه : - الخامسة في ں.
١٥ - أكثر: أكبر في م.

فخمسة اجزاء و ج دقائق مكان الخمسة الأجزاء والدقيقة الواحدة التي تكون إذا كان فلك التدوير على آ وهي البعد الأبعد. فالذي وقع إذا من الفضل من قبل الاختلاف بهذا السبب هو دقيقتان. وليس ما يقع بذلك من الخطأ يلحق بجزء من يو جزءاً من ساعة».

هذا لفظه في هذا الموضع وقد ظهر منه التسامح بدقيقتين عند مركز العالم.

الموضع الثاني في آخر هذا الفصل، قوله: «فزاوية ب ه ل إذاً وهي التي بها يخالف القمر من قِبَل محاذاته لنقطة ز امّا بالأجزاء التي بها زاويتان قائمتان ٣٦٠ جزءاً فإنّها ثمان دقائق، وامّا بالأجزاء التي بها أربع زوايا قائمة ٣٦٠ فإنّها أربع دقائق. والذي خالف به في هذا الموضع أيضاً الفضل الذي من قبل اختلاف القمر. وليس يوقع ذلك فيما يظهر في الاتصالات خطأ يعتد به إذا كان ليس يلحق منه من الخطأ آ ولا ثمن ساعة واحدة بالتقريب. ں ٢٥ ظ
وكان هذا المقدار غير مستكثر أن يلحق كثيراً من قبل الأرصاد أنفسها». †إلى آخر الفصل†.

هذا نصّ كلامه. فإذا جاز لبطلميوس أن لا يعتبر †الدقيقتين، بل لأربع دقائق†، عند مركز العالم قدراً محسوساً على أنّ ذلك ممّا يجوز أن يفوت الراصد، فيسوغ لنا المخالفة †بدقيقتين وثلاثة دقائق†. وإنّما ذكرت هذا دفعاً لتشنيع† المقلده الناظرين في كتابي هذا†.

ولأنّ مركز القمر قد بَعُد من نقطة ح - أعني الذروة الوسطى قفه جزءاً ونصف

---

١ - ج : ح في بر و م. التي: الذي في بر و م.
٢ - بهذا: «من قبل هذا» في ں.
٣ - ساعة: قابل با ٩٤و - ٩٤ظ.
٤ - هذا الموضع: الموضع الأول في ں. العالم: ں تضيف: «ومعلوم أنّه من فلك التدوير يبلغ مبلغاً كثيراً».
٥ - الموضع: والموضع في ں. إذاً: إذن في ں.
٧ - والذي: فالذي في ں.
٨ - القمر: ں تضيف «أربع دقائق».
١٠ - أنفسها: قابل با ٩٥و، وعلى هامش بر الحاشية التالية: «يقول بطلميوس في فصل ا من ج : يجب على صاحب التعاليم أن يجعل قصده وغرضه أن يبينّ أنّ جميع الأشياء التي تظهر في السماء إنّما تجري بحركات مستوية على الاستدارة». قابل با ٤٦و ومب٧٤٧٤ ص ٦١و. †...†: سقطت في ں.
١١ - ان لا: الاّ في ں. †...†: ں: «الأربع دقائق».
١٢ - محسوساً: محسوس في م، ں تضيف: «وكذا لدقيقتين وان ينصّ». فيسوغ: فليسوغ في ں،
١٣ - †...† ں: «بدقيقة واحدة بالطريق الأولى». †...† ں: «من ينظر في كتابي هذا من المقلدة».
١٤ - الوسطى: الوسطا في ں، قفه : «ماية وخمسة وثمانين» في ں.

جزء، فتكون قوس ح ك م - أعني بُعد مركز القمر من الذروة الوسطى في جهة ز ك م - قفه ل . وقوس ح ك ، قفَ تكون قوس ك م ، ه ل وقوس م ط ، وهي بُعد مركز القمر من نقطة ط - أعني حضيض المرئي - ستة أجزاء †وصفر دقائق و يب † ثانية.

والتفاوت †بين هذا المثال وبين مثال† بطلميوس هو †عين تلك الدقائق† التي اختلفت بها الذروتان وقد تقدم ذكره.

وإذ قد تطابق العملان على موافقة الرصد والحساب، ولم يختلفا بما له قدر يُحسّ، فالأولى بنا لزوم الأمر الذي يواتي الدليل على صحته ولا يمتنع وجوده، إذ ليس فيه ما يناقض الأصول ولا ما يخالف الحساب ولا الأرصاد. ⌝ويترك الأمر الذي متى وافق أحدهما خالف ب ٢٦ و
الآخر، /ولا يلتفت إليه. ١٣٠ و

وإذ قد بيّنّا ذلك ⌝على هذا الوضع فلنعتبر صحته أيضاً إذا كان القمر في أعالي فلك م ٣٥ و
التدوير ومركز التدوير في الجهة الأخرى من الشمس كما فعل بطلميوس؛ فإنّه اعتبر هذا المعنى في هذه الجهة أيضاً، فقال: إنّ أبرخس رصد بجزيرة رودس في سنة ١٩٧ لوفاة الاسكندر، في شهر بونه على تسع ساعات وثلث من اليوم السابع عشر منه، فوجد الشمس بهذا الرصد على ي ند من السرطان، ووجد القمر على كط من الأسد غايته. قال: وهذا أيضاً كان مبلغ حاصله على الحقيقة، لأن ذلك بجزيرة رودس والقمر في آخر الأسد، فليس له اختلاف منظر في الطول لأنّ بُعده من دائرة نصف النهار ونحو المغرب ساعة واحدة. وكان في هذا الزمان الموصوف بُعد القمر بحركته الحقيقيّة من الشمس بالحقيقة نحو توالي البروج مح جزءاً وعشر جزء.

فلأنّ الرصد قد كان بعد ثلاث ساعات وثلث زمانية من انتصاف النهار من اليوم

---

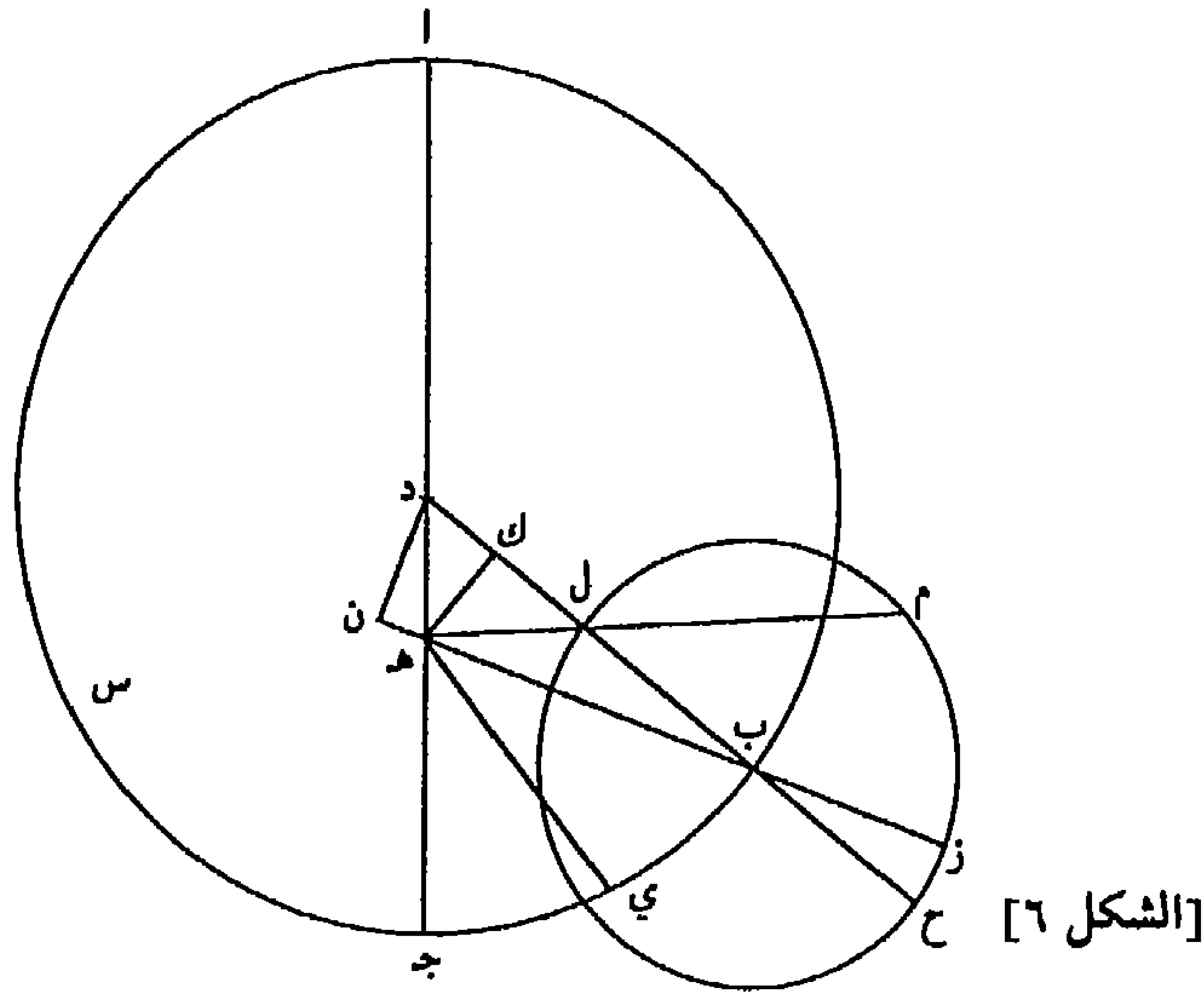
١ - ز ك م : بكم في بر و م.
٣ - †...† ب: «واثنتا عشرة».
٤ - †...† ب: «بينهما - أعني مثالنا ومثال». هو: إنّما هو في ب. †...† ب: « ه كامح». اختلفت: اختلف في بر و م.
٦ - وإذ: فإذ في ب. العملان: العملين في ب. يختلفا: يتخالفا في بر و م.
٨ - الأرصاد: يلي هذه الكملة في ب الشكل الوارد في م والذي ترك له بياض في بر ١٢٩و.
١٠ - وإذ: فإذ في ب. الوضع: الموضع في بر.
١٣ - بونه: بوونه في بر و م.
١٥ - آخر: أجزاء في بر و م.
١٦ - ونحو: نحو في ب.
١٧ - الحقيقية: الحقيقة في بر و م. مح : ثمانية وأربعين في ب.

١٣٠ و

السابع عشر من بونه فتكون ساعاته الاستوائية د بالتقريب. ويكون من وقت تاريخ بخت نصّر ٦٢٠ سنة ٢٨٦ يوماً و ٤ ساعات مطلقة، وعلى الحقيقة فثلاث ساعات وثلثي ساعة.

وفي هذا الزمان يكون حاصل الشمس بالوسط على اثني عشر جزءاً ونصف سدس جزء من السرطان، وعلى الحقيقة فعلى عشرة أجزاء وثلثي جزء منه. ونجد حاصل مركز تدوير القمر على سبعة وعشرين جزءاً وثلث من الأسد. فيكون البعد بين مركز تدوير القمر وبين موضع الشمس الحقيقي ستة وأربعين جزءاً وثلثي جزء. ويكون البعد بين موضعيهما بالوسط مه يه، لأنّ وسط الشمس في اثني عشر جزءاً ونصف سدس من السرطان. ووسط القمر في سبعة وعشرين جزءاً وثلث. وأمّا الخاصة للقمر فهي† شلج يب †.

فإذا قد وطّنت هذه الأشياء فليكن الفلك الخارج المركز [في الشكل رقم (٦)] ابج على



[الشكل ٦]

١ ـ بونه: بوونه في بر و م، بوءنه في ى. ساعاته: ساعات في بر و م.
٢ ـ الحقيقة: على هامش بر الحاشية: «يعني تعديل الأيام بالرد إلى أيام وسطى».
٥ ـ منه: على هامش م الحاشية: «بالحقيقة ي م للشمس سرطان، يب دقيقة للقمر اسد كز ك».
٨ ـ بالوسط: على هامش بر الحاشية: «البعدين الوسطين مه يه».
٩ ـ وثلث: ى تضيف: «جزء من الأسد»، †...† ى: «فثلثماية آ ثلثة وثلثين جزواً واحدى عشرة ى ٢٦ ظ دقيقة».
١٠ ـ وطّنت: وظنت في م. المركز: على هامش بر. ابج: ابجر في بر، والشكل ساقط في بر.

مركز د . وليكن قطره الذي يمرّ ببعديه الأبعد والأقرب قطر ا د ج . و ا بعده الأبعد و ج الأقرب. وليكن عليه مركز البروج نقطة ه . وليكن التوالي في هذا المثال من ا ج ثم إلى ب . وليكن فلك التدوير ز ح ط على مركز ب . ونخرج خط د ب إلى ح وخط هـ ب إلى ز . فنقطتا ح و ز هما الذروتان المطلوبتان.

فلأنَّ البعد بين المركزين - أعني مركز التدوير ومركز الشمس - حينئذ مـه يه ، فعلى أصولنا يكون بعد الأوج من مركز الشمس ثلاثة أمثال هذا البعد. فهو إذن قله جزءاً ونصف وربع جزء. ويُعد الأوج من المركز ضعف هذا البعد، فهو ص ل - أعني زاوية ا د ب . فتبقى زاوية ب د ه ، فط ل . م ٣٥ ظ

فنخرج عمود هـ ك على خط ب د ، فيصير مثلث هـ د ك معلوم الزوايا. /فنسبة أضلاعه بعضها إلى بعض معلوم. ومن أجل ذلك يصير مثلث ب ك ه معلوم الأضلاع، فيكون معلوم الزوايا. ١٣٠ ظ

وأيضاً من جهة أخرى فليكن الفصل المشترك للسطح المارّ بقطبي البروج وبمركز الشمس والفلك الحامل خط هـ ي .

فعلى نسق ما عملنا في المثال المتقدّم على التقدير الأول - أعني على حسب عمل بطلميوس - زاوية ب هـ ي ، مه يه ؛ وزاوية ج هـ ي على رأينا نحن مـد يه . فجميع زاوية ج هـ ب ، فط ل .

فنخرج من نقطة د على خط ب هـ إذا انفذ عمود د ن . فلأنَّ زاوية ج ه ب - أعني زاوية د هـ ن من مثلث د هـ ن - معلومة، وزاوية ن قائمة، فمثلث د هـ ن معلوم الزوايا. فنسبة أضلاعه بعضها إلى بعض معلومة. فأمَّا خط د ن فنجده مساوياً لنحط

---

٤ - ح و ز : حز في بر وم. الذروتان: الدورتان في ى.
٦ - أصولنا: أصلونا في م. قله : ى: «ماية وخمسة وثلثون».
٧ - هذا: ذاك في ى.
٩ - فنسبة: مكررة في بر، فنسب في ى.
١٢ - البروج: الشمس في ى.
١٩ - فنسبة: فنسب في م وى. مساوياً: مساوي في ى.

١٣٠ ظ

د هـ بالتقريب. فيكون د ن ، ي يط .†فيصير في مثلث ب د ن خط د ن ، ي يط بما به د ب ، مط ما †. فنضربها في قك، فيحصل ١٢٣٨ ، ونقسم الحاصل على نصف قطر الحامل - أعني مط ما - فكان الخارج كد نه د ، وذلك بما به خط ب د ، قك.

والقوس الراكبة عليه آ من الدائرة المخطوطة على مثلث ب د ن †كد إلّا دقيقة†. ن ٢٧ و ونصفها إذا أخذت عند المركز يب تقريباً - أعني زاوية ز ب ح ، أعني قوس ز ح ، أعني ما بين الذروتين الوسطى والمرئية. فالذروة الوسطى متأخرة عن المرئية إلى خلاف التوالي يب جزءاً.

وقد بيّن بطلميوس في المجسطي أنّ الذروة الوسطى متأخرة عن المرئية بقوس مبلغها يب هـ . فقد اتفقنا في أنّ الذروة الوسطى متأخرة عن المرئية إلى خلاف التوالي. ومبلغ التفاوت بين عملنا وعمله خمس دقائق ونصف.

وأمّا إذا حسبنا حركة مركز التدوير بحسب رأينا نحن على أنّ حركته المستوية عند نقطة د ، تكون لذلك زاوية آ د ب تسعين جزءاً ونصفاً، وزاوية هـ د ب تسعة وثمانين جزءاً ونصفاً، فتكون ⌐عند المحيط من الدائرة المدارة على مثلث د هـ ك القائم الزاوية ١٧٩ م ٣٦ و جزءاً. آ فتبقى القوس التي على خط ك د جزءاً واحداً. فيكون لذلك امّا خط هـ ك ن ٢٧ ظ فيكون قيط نط ند هـ ، وامّا خط ك د فجزءاً واحداً ودقيقتين ن ثانية بما به خط د هـ قك جزءاً. فبما به خط د هـ، ي يط يكون بذلك المقدار امّا خط هـ ك ، ي

١، ٢ - †...†: سقطت في ن.
٣ - فكان: وكان في ب و م.
٤ - †...† ن: «كج نط بالتقريب».
٥ - تقريباً: «ينقص ل ثانية» في ن. ز ب ح : ز ب ج في ب، آ بج في م.
٦ - الوسطى¹: على هامش ب. فالذروة: والذروة في ب.
٧ - جزءاً: ن تضيف: «الاّ ل ثانية».
١٠ - ونصف: ن تضيف «فقط».
١١ - حركته: ن «حركة مركز التدوير».
١٢، ١٣ - ونصفاً: ونصف في جميع النسخ.
١٤، ١٥ - جزءاً واحداً: جزء واحد في جميع النسخ.
١٥ - ند هـ : مد في ن. ودقيقتين: ودقيقتان في ن، ن : وخمسين في ن.

يط /بالتقريب، وامّا خط د ك ، ح هـ كد ز . وذلك بما بـه خط د ب ٤٩ جزءاً ٤١ دقيقة. ويبقى خط ب ك ، مط له له بالتقريب. ١٣١ و

ومربعا خطي هـ ك ، ب ك ، إذا جمعا كان من ذلك مربع ب هـ . فمربع ب هـ ، ٣٣٢٥٤٤٨٢٨٩٦ رابعه. فخط ب هـ في الطول ن لط يح بالتقريب. فبالمقدار الذي يكون به خط ب هـ ، ١٢٠ يكون بهذه الأجزاء خط هـ ك ، كد كو كج . والقوس الراكبة عليه كج ل بالتقريب من الدائرة المدارة على مثلث هـ ب ك. فزاوية هـ ب ك ، كج ل بما به القائمة ١٨٠ جزءاً. وإذا نصّفت كانت يا مه بما به القائمة ص جزءاً. فزاوية هـ ب ك ـ أعني زاوية ز ب ح ، أعني قوس ز ح ـ يا مه ، وهي القوس التي بين الذروة الوسطى والمرئية.

وأمّا الوسطى فقد مالت† إلى خلاف توالي البروج. وأمّا المرئية† فإلى التوالي. وكذلك توجد جهة ميلها على الأصل الذي عمل عليه بطلميوس. لكنّها، على ما نبيّنه في الأصل الذي عمل عليه، يب هـ . فالتفاوت أكثر مبلغه إنّما هو عشرون دقيقة. وليس يلحق من قبل ما هذا مقداره من التدوير تعديل بالنسبة إلى مركز البروج له قدر محسوس، لأنّ غاية ما يوتر عند مركز العالم ما مقداره دقيقتين بالتقريب.

ولمّا كانت خاصة القمر حالة الرصد† شلج يب †، وحركة القمر من نقطة ح نحو نقطة ط إلى ل ، فيكون موضعه فيما بين نقطتي ز ل ، لأنّ قوس ز ح أقلّ مما يبقى له

---

١ ـ يط : نط في بر و م. ح : فصفر في ى. د ب : دن في بر و م.
٢ ـ دقيقة: ى تضيف: «نسقط خط كد ». له بالتقريب: «يو تقريباً» في ى.
٣ ـ من: على هامش ى.
٤ ـ ٣٣٢٥٤٤٨٢٨٩٦: ٣٣٢٥٤٨٢٨٩٦ في بر، و٣٣٢٥٤٤٨٩٦ في ى والرقم المثبت هنا هو أيضاً في «نهاية الادراك» ص. ٦٤ ومخطوط كوبرولو ٦٥٧. بالتقريب: سقطت في ى.
٥ ـ كج : ى تضيف: «ثانية بالتقريب».
٦ ـ بالتقريب: سقطت في ى.
٧ ـ ١٨٠ : ى : «مائة وثمانين». جزءاً: أجزاء في بر و م. نصفت: نصفته في بر، انصفت في ى.
٨ ـ يا مه : ما مه في م.
١٠ ـ وأمّا: فأمّا في ى. † . . . † على هامش بر. كذلك: لذلك في بر و م.
١٤ ـ دقيقتين: «دقيقة واحدة» في ى.
١٥ ـ † . . . † ى: «ثلثمائة وثلثة وثلثون جزءاً وخمس جزء».

من تمام الدور وهو كو مح . فليكن القمر على نقطة م من فلك التدوير. فإذا وصلنا خط هـ م يكون تعديل القمر يقتضي أن نزيده على الوسط. وذلك مثل الذي قرّره هو أيضاً بأصوله. وذلك لأنّ بُعد مركز آ التدوير من مركز الشمس عندنا مثل بعده منها عنده. وبُعد ب ٢٨ و القمر من الذروة المرئية وجهة البعد كذلك بالتقريب، لأنّ قوس ح م ، كو مح بالاتفاق. فتكون قوس ز م الباقية، وهي بُعد مركز القمر من الذروة المرئية† اما عنده يد مج وامّا عندنا يه ج †. وقد بيّنّا أنّ التفاوت بينهما يسير جداً.

فإذا قد تبيّن بهذه الأرصاد والأصول التي استعملها ⌐بطلميوس واستعملناها نحن م ٣٦ ظ بعينها أيضاً أنّ الذي يُرى من أحوال القمر مطابق لما يخرج بالحساب. فغير خفيّ على كل عاقل أنّ طريقنا أولى وأحقّ من طريق بطلميوس في جهات الحركات وكمّيّتها. فكيف يترك ما يطابق الأصول ويوافق الفروع التي هي الحركات الجزئيّة ويتصور أموراً تخالف الأصول مع تسليم صحتها. وقد تبيّن أنّ فرض تلك الأمور يؤدي إلى مناقضتها.

وان نحن سلّمنا أنّ فلكاً يتحرك على مركزه فيبطىء تارة ويسرع أخرى، فلا حاجة بنا إلى شيء من جميع ما تكلفوه من أمر الهيئة. ويكون حاصل هذا الأمر إنّما هو معرفة تعديل الحركات بواسطة تخيّل أشياء باطلة. وقد كان يكفي عنها وضع جداول التعديل مسلّمة من غير بحث، كما يوجد مثل ذلك / في تخيل أمر التسطيح الزورقي، وصفيحة الزرقال المغربي إذ ١٣١ ظ جعلا الفلك ثابتاً والأفق هو المتحرك، وقنعا من عملهما بأنّ ما يخرج بالعمل يطابق ما يرى بالمشاهدة.

وقد يلزم عن مقدّمات بعضها كاذبة نتيجة صادقة، ولا ينعكس ـ أعني لا يلزم عن

---

٢ ـ يكون: «يتبيّن أنّ» في ب.

٣ ـ منها: منه في ب.

٤ ـ كذلك: لذلك في بر وم. بالاتفاق: ب تضيف: «وقوس زح عنده يب هـ وعندنا يا مه».

٥ ـ الباقية: سقطت في ب. بُعد: «ما بين» في ب. من: سقطت في ب. الذروة: والذروة في ب. مج: يج في بر وم.

٥، ٦ ـ †...† ب: «عندنا يه ج وعنده يد مج».

٩ ـ فكيف: وكيف في بر وم.

١٢ ـ فلكاً: فلك في ب.

١٣ ـ تكلفوه: أصّلوه في ب.

١٥ ـ الزرقال: الزرقالة في ب.

١٦ ـ ثابتاً: سقطت في بر وم.

١٨ ـ ولا: فلا في ب.

١٣١ ظ

المقدمات الصادقة نتيجة كاذبة. والقنع بمثل هذه الأمور ليس من شأن المحقّقين من المخلصين. لكن من كان للحقّ محبّاً ولنصره مؤثراً وكان دأبه في كل ما يبحث عنه طلب الحق وترك ما عداه، ولو كان فعل أحب الناس إليه، كما قيل: الحق حبيب والمعلم حبيب والحق أحب، وهذا دأب من شرب من ماء الحياة وارتقى عن درجة التقليد إلى العرفان، فعرف الحقّ وأحبّه لذاته، فلم يَمِل به الهوى ˥ واتّبع الحقَّ وردَّ كلَّ قولٍ يخالفه ولو كان هو ں ٢٨ ظ الذي قاله فاشتهر عنه، ويتوقف في أمر الأقوال التي لم يقم عنده برهان على فسادها ولا على صحّتها فلم يبادر إلى جحودها وتكذيبها، لا سيَّما إذا جاءت عمَّن اشتهر فضله.

وإذا كنَّا قد أوردنا من أحوال الشمس والقمر ما نظنّه كافياً غير إنَّا إنَّما تركنا الحسبانات في الحركات الجزئية ولم نبيِّن قدر التعديل اللاحق للقمر في غير هذين الموضعين طلباً للاختصار، فغير خافٍ أن الذي يستخرج بالطريق التي أشرنا إليها نحن سيكون قريباً ممّا استخرج بحساب الأصل الذي كان يعمل عليه ˥ بطلميوس. م ٣٧ و

فصل: وإذ قد بيّنا ذلك، فلنذكر الآن بعض العوارض التي تعرض للنيّرين.

فممّا يعرض لهما الكسوف وهو عدم إضاءة النير في الوقت الذي من شأنه أن يضيء فيه. وذلك امَّا في الشمس فلتوسط جرم القمر بينها وبين أبصارنا، وامَّا في القمر فلعدم وقوع شعاع الشمس على سطحه المواجه لنا، وذلك لتوسط جرم الأرض بينه وبين الشمس. وذلك لأن القمر جسم كثيف كَمِدٌ ليس له نور من ذاته كما هو للكواكب. وهو مع ذلك صقيل الظاهر يقبل النور من الشمس فيظهر على سطحه وينعكس عنه ما لم يتوسط بينهما جسم كثيف يحجب عنه شعاع الشمس. فإذا قابل الشمس فإنه مركزه في سطح

---

١ - والقنع: والقنوع في ں. المحققين: المحقيقن في م.
٢ - كل ما: كلما في ں.
٤ - وارتقى: وارتقا في ں.
٥ - واتبع: «بل اتبع» في ں.
٦ - فاشتهر: اشتهر في ں و م. على[٢]: سقطت في ں.
٧ - جحودها: سقطت في ں.
٩ - الحركات: حركات في م. ولم: فلم في ں.
١٠ - يستخرج: يخرج في ں. قريباً: قريب في ں.
١١ - استخرج: يستخرج في ں.
١٢ - وإذ: الفصل السادس والعشرون في ں. وإذ...
١٤ - فممّا: فما في م.

البروج وقع في ظـل الأرض لقرب فلكـه منها، فتحول الأرض بينـه وبين أشعة الشمس فيعود إلى ظـلامـه الأصلي، فيرى مظلماً كلّه. ويمكث مظلماً إلى أن يخرج من دائرة ظـل الأرض بجميع جـرمه فينجلي.

وإن لم يكن مركزه في سطح البروج† في وقت المقابلة†، فإن كان عرضه مساوياً لنصف قطره مع نصف قطر دائرة الظل أو أكبر فلا كسوف؛ وان كان أقل منها فلا يخلو إمّا أن يكون عرضه مساوياً لنصف قطر دائرة الظل† أو أكبر أو أقل. .فإن كان عرضـه مساويـاً لنصف قطر دائرة الظل† فقد انكسف نصف قطره. وان كـان أقل وكـان ذلك النقصـان مثل نصف قـطر القمـر انكسف‌آ كلُّه، ولا يكون لكسـوفه مكث. وإن كـان أكبر انكسف كلُّه وكـان لكسوفـه ب ٢٩ و مكث.

فلكسوفه / إذاً أحـوال: منها أن ينكسف كلّه أو بعضـه. فإن انكسف بعضـه فأحـواله ١٣٢ و ثلاثة: بدء الكسوف، وتوسطه، وتمام الانجلاء. وان انكسف كله فـلا يخلو إمّا أن يكـون له مكث أو لا يكون. فإن لم يكن له مكث فأحواله ثلاثة: بدء الكسوف وهـو انثلام نـوره، ثم تمـام †دخولـه في الظل وهـو ظلام جميـع الجرم وهـو توسط الكسـوف بعينـه†، يليـه بسرعـة الانجلاء وهو ابتداء النور في جرمه، ثم تمام الانجلاء وهو امتلاؤه بالنور ثانياً.

وإن كان له مكث كانت أحواله خمسة: بدء الكسوف وتمامه - وهو ظلام جميع جرمـه، وهو بدء المكث - وتوسط المكث وبدء الانجلاء - وهو آخر المكث - وتمام الانجلاء.

وأمّا كسوف الشمس فبجرم القمر، لأنَّ جرم القمر غير مشفّ، وكذلك ⌐أجرام سـائر م ٣٧ ظ الكواكب، فيحجب ما وراءه. فلا جَرَم متى اجتمع البصر والقمر والشمس على خط مستقيم يمرّ بالمراكز كسف جرم القمر كلَّ جرم الشمس، لأنَّ جرم القمر مساوٍ له في الرؤية، فيحـول

---

١ - البروج: ب تضيف «وذلك عند كونه في إحدى العقدتين».
٣ - من: عن على هامش ب. ظل: في ب «الظل التي في مخروط ظل الأرض».
٥ - †. . . † سقطت في ب.
٦ - أكبر: أكثر في م. يخلو: يخلوا في بر.
٧، ٩ - أكبر: أكثر في م.
٧، ٨ - †. . . † على هامش ب وتضيف «فقط».
٨ - فقد: سقطت في ب.
١٢ - ثـلاثة: ثلث في بر و م، ثلثـة في ب. بدء: بـدو في جميع النسـخ. ولكثرة الاختـلافات في كتـابة الهمزة فسوف نتبع الهجاء الحديث دون التنويه عن الاختلافات في جميع الحالات. يخلو: يخلوا في بر و م.
١٣ - ثلاثة: ثلث في بر و م، ثلثة في ب. انثلام: أول انثلام في ب.
١٤ - †. . . † ب: «الكسوف، وهو إظلام جميع الجرم». يليه: ثلثـه في بر وغير منقـوطة في م. يليـه في ب.
١٥ - الانجلاء: بدو الانجلاء في ب.
١٦ - الكسوف: الانكساف في ب.
١٩ - والقمر والشمس: والشمس والقمر في ب.

بين أبصارنا وبين كل جرم الشمس ويمنع وصول شعاعها إلينا.

وإن مرّ الخط المستقيم بحرفي النيرين والبصر ولم يمرّ بمركزيهما، فإن كان عرض القمر المرئيّ أقل من نصفي القطرين - أعني قطر الشمس والقمر - كسف بعض جرمها. وإن كان عرضه المرئيّ مساوياً لنصفي القطرين فلا يحول القمر إذاً بين أبصارنا وبينها فلا يكسفها. ويمكنك معرفة أحوال هذا الكسوف مما تقدم.

فهذا ذكر الكسوفين على الجملة. وأمَّا الطريق التي أدَّت إلى معرفة ذلك فتحتاج إلى ذكر مقدمات نختصرها فنذكر منها أخفاها وأبهمها، إذ لو أوردنا جميع ما يُحتاج إليه لطال الكتاب. فمن ذلك أنَّ نور القمر ليس من ذاته بل من نور الشمس. وذلك أن أصحاب العلم الرياضي لما رأوا أنَّ القمر يزداد النور الذي يرى في سطحه كلما بعُد من الشمس ويقل كلما قرب منها، فيفنى عند اجتماعهما ثم يعود من الرأس؛ ورأوا أنَّ النور الذي يحصل في آ جرمه أبداً مما يلي جهة الدرجة التي فيها الشمس؛ ومضاف إلى ذلك ما يلحقه من ى ٢٩ ظ الكسوف العارض له، وذلك أنَّ القمر إذا قابل الشمس مقابلة تتوسط الأرض بينهما انكسف كل سطحه المقابل لنا أو بعضه على قدر دخوله في مخروط ظل الأرض فيظلم بعد أن كان سطحه المستضيء مواجهاً لنا، وذلك لأنَّ جرم الأرض يقطع السموت المستقيمة التي تصل بين الشمس وبين القمر فيبقى على لونه الأصلي، فإن كان القمر حين يقابل الشمس في أحد المجازين أظلم كله ومكث مظلماً إلى أن يخرج بسبقه للشمس عن دائرة الظل، فإذا زال عن حقيقة المحاذاة بمقدار نصف زيادة قطر الظل على قطر القمر بدأ جرمه يستتر شيئاً فشيئاً إلى حين يتخلص من ظل الأرض فتمتلىء صفحته التي تلينا بالنور مثل ما كانت من قبلُ، فحدسوا أنَّ نوره مستفاد من شعاع / الشمس. وتأكّد ذلك بدوام تكرر هذه الأحوال ١٣٢ ظ ونظامها، فعلم أن نور القمر من نور الشمس.

ومن ذلك أن جرمي الشمس والقمر† وجرم الأرض† كريات. وتقرير ⌐هذا الأمر في م ٣٨ و

٢ - مرّ: من في بر و م، وقد يكون تسبب في ذلك كتابة النون المبسوطة، في بر «مز» عوضاً عن «من». بحرفي: كذا في بر و م، بحري في ى.

٦ - معرفة: علم في ى.

٧ - أخفاها: اخفاءها في ى.

٩ - رأوا: راو في في بر و م، راءُ في ى. القمر: للقمر في بر.

١٠ - فيفنى: فيفنا في ى. اجتماعهما: اجتماعه معها في ى. وَرَأو: وراو في م وَرَاءُ في ى.

١٢آ - تتوسط: نتوسط في م.

١٤ - لأنَّ: أنَّ في ى.

١٧ - نصف: على هامش بر و ى.

١٩ - مستفاد: مستفاده في بر.

٢١ - †...†: سقطت في ى. كريات: كريان في ى.

١٣٢ ظ

العلم الطبيعي أولى من الرياضي. لكن لمّا كنا قد تعرضنا فذكرنا فيما تقدّم كرية الأرض والسماء احتجنا إلى أن نذكر كرية الشمس والقمر. فنقول إنَّ سطحيهما اللذين يحاذياننا كريان. إذ لو كان سطحاهما دائرتين مستويتين مستديرتين على ما نشاهد بالرؤية منهما فقد يظن أن استدارتهما ستتغيّر عند تغير أوضاعهما من أبصارنا فلم يكونا يريان دائماً مستديرين، كما يعرض ذلك في بكر العجل متى نظر ناظر إليها على أوضاع مختلفة فإنّها ترى تارة مستديرة وتارة مستطيلة لا مستديرة، والوجود بخلافه. لكن هذا الدليل إنّما يتم لو كانا متحركين لا على الاستدارة ولم يكن موضع البصر وسط الكرة التي تديرهما. فأمّا إذا كانت حركتهما كرية فلا يلزم ذلك. وقد استدل به بعض الأفاضل وليس بصحيح. لكنا نقول في بيان هذا آ الأمر ں ٣٠ و قولاً هو أَسَدُّ وأصحُّ مما قالوا، فنقول: إنَّ سطحي النيرين اللذين يليانا لو كانا مستويين لكان القمر إذا قرب من الشمس إمّا أن لا يقع عليه شيءٌ من النور أصلاً وإمّا متى وقع عليه فإنّه سيقع على جميع سطحه فيرى دفعةً واحدة جميع سطحه ممتلياً بالنور قبل المقابلة، وكذلك يكون انعدام نوره، وذلك لاستواء السطح المواجه لنا، لأنّه إذا وقع النور على بعض سطح مستوٍ وقع على جميعه فلا يرى هلاليّاً ولا منصّفاً بالنور، ولم يكن يرى شيءٌ من أحواله الموجودة على ما هي عليه. هذا خُلفٌ.

فأمّا كوننا لا نرى سطوحهما التي تلينا محدّبة وإنّما نراها مستوية فذلك لعجز البصر عن إدراك التفاوت بين الأبعاد التي بين البصر وبين سطح كرة القمر. لأنَّ التحديب إنّما يدركه البصر حين يدرك تفاوت هذه الأبعاد. فيرى البصر أنَّ سهم المخروط المحيط بالمبصر متى كان كرة أو في سطحه الذي يواجه البصر تحديب أقصر من جميع الخطوط التي تصل بين البصر وبين سطح الكرة. وما بعُد منها من هذا السهم فأعظم مما قرب، وأطول هذه الخطوط كلها الخطوط التي فيما بين البصر إلى محيط القاعدة، فحينئذٍ يدرك التحديب، فيقضي بالكرية. وبالضد من ذلك يكون في التقعير. وذلك لا يحصل للبصر إلاّ في الأبعاد المعتدلة التي لا

٥ ـ بكر: بكرة في ں. إليها: إليهما في بں وم.
٧ ـ كرية: دورية في ں.
٨ ـ بصحيح: لذا في ں، صحيح في بں وم.
١٠ ـ وإمّا: فإمّا في ں.
١١ ـ واحدة: «واحدة في» في ں.
١٢ ـ نوره: «نوره دفعة» في ں.
١٣ ـ شيءٌ: شيئاً في ں.
١٤ ـ عليه: عليه بالوجود في ں.
١٥ ـ سطوحهما: كذا في جميع النسخ، اقرأ سطحيهما.
١٦ ـ بين البصر: بينه في ں.
١٧ ـ كان: «كان المبصر» في ں.
١٨ ـ أو: «أو كان» في ں. سطحه: «سطح المبصر» في ں.
٢٠ ـ البصر: المبصر في ں. محيط: المحيط في م. فحينئذٍ: م تضيف «إذن» بعدها.

تكون في غاية من القرب ⌐ولا البعد الكثير المسمّى بـالمتفاوت. ولهـذا بعينه تـرى الدائـرة إذا (م ٣٨ ظ) واجهتنا بحرفها بحيث تكون الخطوط التي تخرج إليها من أبصارنا لا تقع على سطحها وكانت بعيدة عنا خطاً مستقيماً. وممّا تقدم أيضاً أنَّ كل كرتين متساويتين فإن الشكل المجسم الـذي يتـوهم محيطاً بهـما يكون اسـطوانياً، والاسـطوانة مجسم يحيط /بـه سطح مستـدير ودائـرتـان (١٣٣ و) متساويتان متوازيتان هما قاعدتا الاسطوانة.

نريد أن نبينّ كيف نعمل اسطوانة تحيط بكـرتين متسـاويتين. فنتـوهم خطاً مستقيمـاً يصل بين مركزيهما آ وينفذ من الجهتين إلى سطحيهـما. ونتوهم خـطّين متوازيـين يخرجـان من (ں ٣٠ ظ) طرفي الخط في جهة واحدة يكونـان عمودين عـلى الخط الذي يصـل بين المـركزين ونفصلهـما مساويين لنصفي قطري الكرتـين المتساويتـين، فيكونـان متساويـين. فإذا وصـل بين طـرفيهما بخط مستقيم فيماس هذا الخط سـطحي الكرتـين، فيكون من ذلـك شكل ذو أربعـة أضلاع قائم الزوايا. فإذا أثبت الخط الأول - أعني المارّ بالمركزين - وأدير هذا السـطح دورة تامـة إلى حيث يعود إلى الموضع الذي منـه ابتدىء بـالحركـة، رسم الخط المقابـل للخط الثابت سـطح اسطوانة يكون سطحهـا مماسّاً للكرتـين على أطراف الخطوط الخـارجة من مـركزي الكـرتين أعمدة على الخط الثابت. ويقال لهذا الخطّ الثابت محور الاسطوانة. ويرسم الخـطّان القائـمان على الخطّ الثابت من ذي الأربعـة الأضلاع دائـرتين متـوازيتين تكـونان قـاعدتي الاسـطوانة. وتكون هذه الاسطوانة حاوية للكرتين.

وأمّا إذا كانت إحدى الكرتـين أصغر من الأخـرى فإنَّ الشكـل الذي يحيط بهـما يكون مخروط اسطوانة، يكون رأسه مما يلي الكرة الصغرى وقاعدته مما يلي العظمى.

ومخروط الاسطوانة جسم مستدير يبتدىء من نقـطة هي رأس المخروط وينتهي بسـطح دائرة هي قاعدته. ونبينّ كيف نعمل مخروطاً مستديراً يحيط بكـرتين غـير متساويتـين، †وكان البعد بين مركزيهما معلوماً†. فنتوهم لذلك خطاً مستقيماً يصل بين مركزي الكرتين، ونتوهم سطحاً مستوياً يمرّ بهذا الخطّ فيقطع الكرتين على مركزيهما فيكون فصله لهما دائرتـين عظيمتين في الكـرتين، إحـداهما - وهي التي في الكـرة العظمى - أعـظم من التي في الكرة الصغـرى.

---

٢ - لا تقع على سطحها: موازية لسطحها في ں.
٥ - قاعدتا: قاعدة في م.
٦ - نريد: ونريد في ں.
٨ - في جهة واحدة: سقطت في ں. يكونان: ويكونان في ں.
١٠ - فيماس: يماس في ں، سطحي: سطحا في ں.
١١ - الزوايا: «الزاوية (كذا) وهو سطح مستطيل» في ں. إلى: على هامش ں.
١٢ - ابتدىء: ابتدأ في ں.
١٦ - للكرتين: «للكرتين في داخلها» في ں.
٢٠، ٢١ - †...†: سقطت في ں.
٢١ - الكرتين: ں تضيف: «وننفذه مما يلي الكرة الصغرى».
٢٣ - إحداهما: أحديهما في جميع النسخ.

ونخرج الخط الواصل بين المركزين مما يلي مركز الدائرة ⌐الصغرى. ونجعل نسبة ما بين م ٣٩ و المركزين †إلى الخط المخرج من مركز† الدائرة الصغرى كنسبة فضل نصف قطر الدائرة العظمى على نصف قطر الدائرة الصغرى إلى نصف قطر الدائرة الصغرى. ونخرج من طرف هذا الخط خطاً يماسّ الدائرة الصغرى ˥ ونصل بين موضع التماس وبين مركزها بخط ں ٣١ و مستقيم. ونخرج من مركز الدائرة العظمى خطاً موازياً له، ونصل بين طرفه الذي على محيطها وبين نقطة المماسة من الدائرة الصغرى بخط مستقيم فيتّصل مع الخط المماس على استقامة، وذلك لتشابه المثلثين. وإذا أخرج من طرف قطر الدائرة العظمى عمود على الخط المارّ بالمركزين فإنّه يكون مماسّاً للدائرة العظمى ـ أعني الكرة العظمى. /وإذا أخرج الخطّ ١٣٣ ظ المماسّ للدائرتين إلى أن يلقى العمود القائم على الخطّ المارّ بالمركزين حدث مثلث قائم الزاوية يكون هذا العمود أحد ضلعيه المحيطين بزاويته القائمة، والثاني الخطّ المارّ بالمركزين، ووتر هذه الزاوية هو الثالث ـ وهو الخطّ المماسّ للدائرتين معاً. فإذا توهم ضلع هذا المثلث المارّ بالمركزين ثابتاً وأُدير المثلث دورة تامة إلى حين يعود إلى الموضع الذي منه بدأ، رسم ضلعه الموتّر للزاوية القائمة سطحاً مخروطاً، ورسم الخطّ الآخر ـ أعني العمود ـ دائرة هي قاعدة هذا المخروط؛ ويكون الخط الثابت ـ أعني المارّ بمركزي الكرتين ـ محوراً له. ويكون هذا المخروط حاوياً للكرتين معاً، ويكون سطحه مماسّاً لهما، ويكون رأسه مما يلي الكرة الصغرى †وقاعدته مما يلي الكرة العظمى†. ومن البيّن أنّ الذي يحويه المخروط من قطعتي الكرتين مما يلي رأس المخروط أقل من انصافهما، وما يحويه من قطعتيهما اللتين تليان القاعدة أعظم من النصفين. فتكون القطعة من الكرة الصغرى التي تواجه الكرة العظمى أعظم من نصفها، وتكون القطعة التي تواجه الكرة الصغرى من الكرة العظمى أصغر من نصفها. فلذلك يكون الذي يقع عليه بصرنا من سطوح الأُكر التي تواجهنا أقلّ من انصافها.

والمخروط اسم يقال على كل شكل مجسّم ارتفع من قاعدة وانخرط على استقامة إلى نقطة واحدة ـ وأعني بالاستقامة هنا أنّ الخطوط المستقيمة التي تصل بين محيط ⌐قاعدته ونقطة م ٣٩ ظ

---

٢ ـ †...† ں تعوض: «من هذا الخط المستقيم إلى ما نفصله منه من جهة».
٤ ـ الخط: ں تضيف: «أي المفصول». خطاً: خط في بر.
٧ ـ عمود: كذا في ں، عموداً في بر وم.
١٢ ـ بدأ: ابتداء في ں.
١٤ ـ بمركزي: بمركز في ں. محوراً: كذا في ں، محورٌ في بر وم.
١٥ ـ حاوياً للكرتين: غير مقروءة في بر. معاً: ں تضيف في داخله.
١٦ ـ الصغرى: كذا في ں، العظمى في بر وم. †...†: سقطت في بر وم.
١٧ ـ انصافهما: انصافها في بر وم، قطعتيهما: قطعتها في م.
٢١ ـ قاعدة: ں تضيف المخروط.
٢٢ ـ هنا: ههنا في ں.

رأسه كلها في سطح المخروط. فمن المخروطات القائم على قاعدته، ومنها المائل، ومنها المخروط المستدير ـ وهو الذي تحيط به دائرة هي قاعدته وسطح مخروطي ينتهي إلى آ نقطة ں ٣١ ظ تسمّى رأس المخروط ـ ومنها ما قاعدته شكل مستقيم الخطوط ويحيط به مثلثات رؤوسها كلها نقطة رأس المخروط. والمستديرة منها هي التي تسمّى مخروطات الأساطين. وقد يسمّون ما تحيط به الشعاعات البصرية ـ أعني السموت المستقيمة التي تصل بين البصر والمبصر ـ مخروطات أيضاً. وهذه المخروطات مشكّلة بأشكال قواعدها.

فأمّا رسم المخروط فإنّه إذا توهّمت نقطة ثابتة الوضع ليست في السطح الذي فيه قاعدة المخروط، ووصل بين هذه النقطة وبين نقطة مّا على محيط †الشكل الذي يجعل† القاعدة، وأنفذ من جهة القاعدة وأدير الخطّ الواصل بينهما على محيط القاعدة مع لزومه النقطة الثابتة المفروضة إلى أن يعود بالدوران إلى الموضع الذي منه ابتدىء، فإنّ هذا الخط يرسم بسيطاً مخروطياً يكون رأسه النقطة الثابتة الوضع. فإن كانت القاعدة دائرة سمّي مخروط الاسطوانة. وإذا وصل بين مركز الدائرة وبين رأس المخروط بخط مستقيم يسمّى هذا / الخط سهم ١٣٤ و المخروط. فإن كان السهم قائماً على سطح الدائرة سمّى مخروطاً قائماً، ويسميه أرشميدس القائم الزاوية، وإلاّ فهو مائل. †وهذا النوع من المخروطات هو المسمّى بمخروط الاسطوانة†.

وأمّا التي قواعدها ذوات أضلاع مستقيمة فقد تخصّ بأن تسمّى الناريّ سيّما ما كان منها قاعدته مثلثة. وكل مخروط تكون قاعدته شكلاً مستقيم الخطوط، ويكون الشكل متساوي الأضلاع والزوايا، فإن لقاعدته مركزاً ـ وهو مركز الدائرة المحيطة بها ـ ومهما كان سهم المخروط ـ أعني الخط الواصل بين رأسه ومركز قاعدته ـ غير قائم على قاعدة المخروط فإنّه يسمى مائلاً.

---

١ ـ سطح المخروط: سطحه في ں.
٣ ـ رؤوسها: رووسها في ں، روسها في بر و م.
٥ ـ السموت: السموات في م.
٧، ٨ ـ فيه قاعدة المخروط: «قاعدة المخروط فيه» في ں.
٨ ـ †...†: سقطت في ں.
٩ ـ جهة القاعدة: الجهتين في ں.
١٠ ـ ابتدىء: ابتداء في ں.
١٠، ١١ ـ بسيطاً مخروطياً يكون رأسه: «بسيطي مخروطين متشابهين يكون رأسهما» في ں.
١١ ـ الوضع: ں تضيف: «ويكونان متقابلين».
١٣ ـ سمي: يسمّى في ں.
١٤ ـ مائل: المائل في ں.
١٤، ١٥ ـ †...†: «وهذان يسميان «مخروطي الاسطوانة» في ں.
١٦ ـ التي: كذا في ں، الذي في بر و م. بان تسمى: باسم في ں.
١٨ ـ مركزاً: كذا في ں، مركز في بر و م. بها: به في بر و م. سهم: سم في م.

فأمّا المخروط البصريّ وهو الذي قلنا إنّ شكله تابع لشكل قاعدته التي هي المبصر، فإن كان سهمه قائماً على قاعدته قيل إن المبصر مواجه ⌐للبصر وإلاّ فهو منحرف عن م ٤٠ و المواجهة. فإن كان المبصر كرة، فإنّ قاعدة المخروط تكون مواجهة للبصر دائماً على تغيّر أوضاع البصر منها. وإن كان المبصر دائرة، وكان الخطّ ⌐ الواصل بين البصر وبين مركزها ں ٣٢ و عموداً على سطحها، ففي هذه الحالة تكون القاعدة مواجهة للبصر، ويكون الشكل المحيط بها مخروطاً قائم الزاوية؛ فيُرى شكلها دائرة لأنّ انصاف أقطارها ترى بزوايا متساوية. فأمّا سطح الدائرة فإنّه إذا لم يكن الخط الذي يصل بين البصر ومركزها قائماً على سطحها، ولم يكن سطحها يمرّ بالبصر، فإنّ شكلها يرى بيضيّاً أو إهليلجيّاً وهو المسمّى قطعاً ناقصاً. وتزداد استطالتها كلما زاد سطحها انحرافاً عن مواجهة البصر، لأنّ انصاف أقطارها ترى بزوايا مختلفة فترى الأقطار كذلك. ويكون أعظم الأقطار رؤية هو الذي يحيط مع سهم المخروط بزاويتين قائمتين. وأصغرها رؤية القطر †المقاطع لهذا القطر على زوايا قائمة، وهو† الذي يحيط مع السهم بالزاويتين اللتين هما أشدّ انفراجاً وحدة مما يحيط بها مع بقية الأقطار، فلذلك ترى الدائرة بيضيّة الشكل. وقد يعرض مثل ذلك في بكر العجل، فإنها متى نظر إليها بحيث يكون الخطّ المستقيم الواصل بين مركز البكرة والبصر مائلاً على سطح البكرة فإنّها تُرى بيضيّة الشكل. وكلما كان ميل سهم مخروط البصر حالة النظر إلى البكرة أشدّ ميلاً كان منظرها أكثر استطالة، إلى أن يصير البصر في السطح الموازي لسطحي البكرة المستويين †المتوسط بين سطحيها المستويين†. فإن كان بُعدها عن البصر البُعد المعتدل ـ وهو الذي يدرك فيه البصر التفاوت بين أطول خطوط السموت التي بين البصر والمبصر ـ رأى تحديب البكرة. وإن زاد البُعد عن الاعتدال رآها خطاً مستقيماً. وهذا البُعد/ ـ أعني الذي لا يدرك ١٣٤ ظ البصر فيه التفرقة بين أطوال السموت التي بينه وبين أجزاء سطح المبصر ـ يسمّى البُعد المتفاوت. ولذلك ترى السطوح الكرية في الأبعاد المتفاوتة سطوحاً مستوية ولا يدرك البصر

---

٣ ـ للبصر: البصر في ں، وهي على هامش ٮر.
٤ ـ وان: سقطت في م.
٦ ـ متساوية: ں تضيف «فترى متساوية».
٧ ـ قائماً: كذا في ں، قائم في ٮر و م.
٩ ـ وتزداد استطالتها: يزداد استطالها في ں.
١١ ـ قائمتين: «قائمتين وحده» في ں. † . . . † : سقطت في ں.
١٢ ـ بالزاويتين: ں تضيف «القائمتين». مع: معه في ں.
١٣ ـ فإنّها: فإنّها ترى في ں.
١٤ ـ مائلاً: مائل في ں.
١٧ ـ † . . . †: سقطت في ں.
١٨ ـ أطول خطوط: أطوال في ں. السموت: السموات في م.
٢١ ـ ولذلك: وكذلك في م.

١٣٤ظ

تحدّبها. ومتى ⌐افرط بعدها لم يدرك بالبصر مقادير أبعاد المبصرات. م ٤٠ ظ

ولهذه العلة لم يعرف ترتيب أبعاد الكواكب¬ إلّا بكسف بعضها لبعض. وممّا نوطّىءُ أنّ ں ٣٢ ظ كل مخروط اسطوانة يحيط بكرة فإن بسيطه إنّما يماس بسيطها على محيط دائرة، وذلك لأنّ الخطوط التي تخرج من نقطة رأسه فيما بين بسيط الكرة تكون كلها متساوية. وهذه الخطوط هي التي ينطبق عليها ضلع المخروط المحيط بالكرة الذي بدورانه يرسم بسيط المخروط. فإذا أسقط من موضع المماسة بين ضلع المخروط والكرة عمود على سهم المخروط ـ وهو الخط الواصل بين رأس المخروط ومركز الكرة ـ وقع على هذا السهم. وإذا أثبت السهم وأدير الضلع المذكور، ودار معه هذا العمود دورة تامّة رسم دائرة محيطها على بسيط الكرة، فيكون مركزها النقطة المشتركة بين العمود وسهم المخروط، ويكون السهم قائماً على سطحها على زوايا قائمة. ومحيط هذه الدائرة هو الفصل المشترك بين بسيطي الكرة والمخروط المحيط بها. وكلّما كان رأس هذا المخروط أبعد من مركز الكرة التي يحيط بها كانت الدائرة التي يماسها عليها أعظم من الدائرة التي يماسها عليها متى كان رأسه أقرب إلى مركزها. وهذه الدائرة يكون سطحها موازياً لقاعدة المخروط المحيط بالكرة ولسطح الدائرة العظمى المارّة بمركز الكرة القائمة على سهم المخروط، ولا يزال يزداد عظم هذه الدائرة الموازية إلى أن يقرب مقدارها في الحسّ من الدائرة العظمى في الكرة، وإن كانت لا تساويها في الحقيقة أبداً. فإذا توهمت هذه الدائرة قاطعة للكرة فصلت منها مما يلي رأس المخروط قطعة هي أصغر من نصفها. وهذا الشكل يسمّى بالطبليّ.

وإذا أحاط بكرة القمر مخروطان يكون بعد رأسيهما عن مركزها في جهة واحدة، فإن كان سهماهما ورأساهما متحدين كانت دائرة واحدة. †وان اختلف رأساهما كانت قاعدتاهما

---

١ ـ تحدّبها: تحديبها في ں و م.

٢ ـ لبعض: ببعض في ں، ں تضيف: «وينبغي أن تعلم أن من شروط إدراك البصر للمبصرات أن يكون البصر مضيئاً إما من نفسه أو من غيره».

٦ ـ اسقط: سقط في ں. وم. بين ضلع المخروط والكرة: لضلع المخروط ولسطح الكرة في ں. عمود: عموداً في ں.

٧ ـ اثبت: ثبت في ں و م.

٨ ـ دائرة محيطها: بطرفه في ں. الكرة: ں تضيف «دائرة».

٩ ـ بين العمود وسهم: «بينه وبين سهم» في ں.

١٠ ـ ومحيط هذه: وهذه في ں. هو: هي في جميع النسخ.

١٢ ـ عليها: عليه في ں.

١٣ ـ المحيط بالكرة: سقطت في ں.

١٩ ـ كانت١: أضف قاعدتاهما إذ المقصود كما في ں: «فإن كان سهماهما متحدين كانت قاعدتاهما دائرتين متوازيتين». ملاحظة على هامش ں فقط رمز إليها بحرف خ تقول: «اتحدا وصارا مخروطاً واحداً. وإن اختلفا (كذا) رأسها (كذا) والسهم مشترك». والمخروطان اللذان يتحدث عنهما في هذه الفقرة هما مخروط ظل القمر ومخروط البصر الذي قاعدته القمر. †...†: سقطت في ں. اختلف: اختلفت في ں و م.

دائرتين متوازيتين†. فإن أفرط تباعد رأسيها في البعد صارت القاعدتان في الحسّ دائرة واحدة ⌐ بالتقريب. فإذا مال أحد ⌐ السهمين عن مسامتة الآخر تقاطعت الدائرتان - أعني قاعدتي الشكلين الطبليّين اللذين يحوزهما المخروطان فتحوز إحداهما من الأخرى شكلاً شبيهاً بورق الآس، فيرى هلالياً †لكون حدبتي القوسين المحيطين بشكله مائلين عن سهم مخروط البصر في جهة واحدة†. ثم يزداد عرضه كلما بعُد أحد سهمي المخروطين من الآخَر †إلى حين تمر قاعدة ظل القمر بسهم مخروط البصر†. فحينئذٍ / يصير الشكل الذي يقع في †المخروط البصريّ من السطح المستضيء† ربع سطح الكرة بالتقريب، فيرى نصف دائرة لأنَّ أحد القوسين المحيطين بهذا الشكل مواجهة للبصر، وذلك حين يحيط أحد السهمين مع الآخر بزاوية قائمة. م ٤١ و - ٮ ٣٣ و ١٣٥ و

وأمَّا إذا †أحاط بزاوية منفرجة كان الذي يقع فيها من المضيء أعظم من ربعها، فيكون ما يحويه من المضيء† ذو حدبتين. ثم يزداد بعد إحدى الحدبتين من الأخرى إلى أن يقابل أحد رأسي المخروطين الآخر ويتصل سهاهما على الاستقامة، فيخرج محيط كل واحدة من قاعدتي المخروطين عن الأخرى، فيرى حينئذٍ بدراً وذلك حين يقابل الشمس مقابلة لا تحول الأرض بينهما.

وهذه أمور نافعة في تصوّر الأشكال التي تحدث في جرمي النيّرين في أوقات الكسوف.

---

١ - رأسيها: رأسهما في ٮ و م والأفضل أن تقرأ كما في ٮ: «وان افرط رأساهما في البعد» عوضاً من «تباعد... في البعد». دائرة: الدائرة في م.

٢ - بالتقريب: ٮ تضيف: «وحينئذ يكون الذي تحويه قاعدتا المخروطين إذا اعتبر في القمر مظلماً كله فلا يرى أصلاً. وإذا مال...». الآخر: كذا في ٮ مع كسر الخاء الاخر فقرئت الأخير في ٮ للأخير في م. الدائرتان: دائرتان في م.

٣ - يحوزهما: يحويها في ٮ. احداهما من الأخرى: «أحدهما من باقي الكرة» في ٮ. شكلا شبيهاً: شكل شبيه في ٮ و م، شكلاً يشبه ورق في ٮ.

٤ - فيرى: فيرى شكله في ٮ.

٤، ٥ - †...†: سقطت في ٮ.

٥، ٦ - †...† عوضت ٮ بالتالي: «لميل تحدبي القوسين المحيطين بهذا الشكل إلى جهة واحدة من قاعدة مخروط البصر. فإذا مرّت قاعدة أحد المخروطين بسهم المخروط الآخر».

٧ - المخروط: مخروط في ٮ و م. †...† عوضت ٮ: «كل واحد من المخروطين معاً، ويصح ذلك عند تقاطع سهما المخروطين على زاويا قائمة فتمر قاعدة مخروط الظل بسهم مخروط البصر. فيرى: ويرى في ٮ.

١٠، ١١ - †...† عوّضت ٮ: صار قطب الطبلي خارجاً عن قاعدة الآخر، فإنّ الشكل الذي تحويه كل واحدة من قاعدتي المخروطين من باقي الكرة أعظم من نصفها فيكون ما تحويه منه هو...».

١٢ - الآخر: للآخر في الجميع. ويتصل: وينفذ في ٮ.

١٣ - الأخرى: ٮ تضيف: «فتحوز كل واحدة من القاعدتين من باقي الكرة دائرة تامة».

١٤ - بينهما: على هامش ٮ: «حين لم يكن انطباق السهمين حقيقياً، وإن انطبقا انطباقاً حقيقياً كان كسوفاً قمرياً».

١٥ - الكسوف: ٮ تضيف: «وأشكال المنير والمظلم من جرم القمر مما يذكر فيما سلف يستأنف من القول إن شاء الله تعالى».

فصل: وإذ قد أعطينا السبب في كون المضيء من جرم القمر يرى تارة هلالياً وتارة بنصف دائرة أخرى ذا حدبتين، وتارة ممتلئاً بالنور وأخرى لا يرى أصلاً فبالواجب أن نبيّن الآن الأمور التي من أجلها يحصل الكسوف والخسوف لجرمي النيّرين، والاختلاف الحاصل في شكل المضيء من جرم القمر.

لما كان نور القمر مستفاداً من نور الشمس، وكان المخروط المحيط بالقمر والشمس حين يكون القمر في أعظم أبعاده من الأرض لا يتجاوز رأسه مركز الأرض ـ وقد آبيّن ب ٣٣ ظ بطلميوس هذا المعنى في تبيين أجرام النيّرين وأبعادهما من الأرض، واستعمل قطر القمر، وهو في أعظم أبعاده يوتر زاوية عند مركز الأرض مساوية للزاوية التي يوترها قطر الشمس، وقال إنّه لم يجد لقطر الشمس تفاوتاً في حالتي قربها وبعدها من الأرض لقلّة ذلك في الحس ـ فإذا كان ⌝كذلك يكون المخروط البصريّ المحيط بجرم القمر في هذا البعد أقصر من م ٤١ ظ المخروط الحادث من ظل القمر في وقت الكسوفات الشمسيّة لأن رأس مخروط ظل القمر ينتهي إلى مركز الأرض إذا كان جرم القمر في ذروة التدوير. وأمّا إذا كان على نقطة أخرى، †فإنّ رأس هذا المخروط يتجاوز† مركز الأرض، ورأس المخروط البصريّ عند سطحها لا يتجاوزه. فلذلك يكون المخروط البصريُّ دائماً أصغر من مخروط ظل القمر.

فأمّا مخروط ظل القمر فقطعة من المخروط المحيط بجرمي الشمس والقمر. وقاعدة مخروط ظل القمر هي الفصل المشترك بين المستضيء من جرم القمر والمظلم منه، وهو الذي

---

١ ـ فصل: الفصل السابع والعشرون في ب. إذ: كذا في ب، إذا في بر و م.
٢ ـ ذا: ذو في بر و م.
٣ ـ وأخرى لا يرى: وتارة لا يرى في ب.
٤ ـ الآن: سقطت في ب.
٥ ـ شكل المضيء من: كون في ب. القمر: ب تضيف «فنقول».
٦ ـ نور القمر: القمر في م.
٧ ـ وقد: سقطت في ب.
٩ ـ أعظم: أبعد في ب.
١٤ ـ †. . .†: «يتجاوز رأس مخروط ظل القمر» في ب. سطحها: سطح الأرض في ب.
١٥ ـ يكون: بر تضيف رأس.
١٦ ـ فقطعة: قطعة في م.
١٧ ـ مخروط ظل القمر: هذا المخروط في ب.

لا يقع عليه شيء من شعاع الشمس وقوعاً أوّليّاً. وهذا المخروط ومخروط البصر المحيط بجرم القمر متى انطبق سهم أحدهما على سهم الآخر كان كسوف أحد النيّرين. فإن كانت نقطتا رأسيهما / ممّا يلي مركز العالم، كان كسوفاً شمسياً كلّيّاً، لأنّ مخروط ظلّ القمر يستغرق مخروط ١٣٥ ظ البصر في داخله، لأنّ رأس مخروط ظل القمر مركز العالم ورأس مخروط البصر سطح الأرض. وإن كانا متقابلين انكسف القمر لأنّ مخروط البصر يكون قد حازه مخروط ظل الأرض في داخله. لأنّ المستدقّ من ظل الأرض في أبعاد القمر المسمّى بدائرة الظل أعظم من جرم القمر الذي هو قاعدة مخروط البصر بكثير. وجرم القمر في هذه الحالة لا يقع عليه شيء من شعاع الشمس وقوعاً أوّليّاً، فيظلم لأنّه غير مضيء من ذاته، لكنه يقع على سطحه من الأضواء الثواني التي تصل إليه من الشعاعات المحيطة بمخروط ظل الأرض. فلذلك يُرى لونه تارة كلون النحاس الأحمر وتارة آ يُرى لونه على غير ذلك، لاختلاف الأضواء الثواني المنعكسة إلى سطحه† من الأجزاء المستضيئة من كرة الهواء إلى سطحه. فيرى في سطحه† الذي يلينا بعض الإضاءة. وحاله †هذه تخالف حاله عند المقارنة للشمس، لأنّ الأضواء الثواني ى ٣٤ و التي تصل إليه إنما ترجع إلى سطحه على زوايا حادّة، وفي الحالة الأولى على زوايا منفرجة. والخطوط المحيطة بالمنفرجة أقرب إلى الاستقامة من التي تحيط بالحادّة، فتكون الأضواء الواصلة من طريق الزوايا المنفرجة أقوى من التي تصل من طريق الزوايا الحادة، لأنّ أصدق ⌉الأضواء وأقواها الواصلة على الخطوط المستقيمة من جرم النيّر†. م ٤٢ و

وأيضاً فإنّ ظلمة الليل معينة على بصر الأشياء الضعيفة النور، وضوء النهار بالعكس من ذلك. ولذلك لا ترى الكواكب بالنهار ولا يُرى للسرج والشمع إذا أوقدت في الشمس نور، بل يرى لشكلها ظلٌّ في مقابلة الشمس لغلبة ضوء الشمس على ضوئها. وفي الاجتماع تكون رؤية القمر بالنهار، وفي الكسوفات القمرية تكون رؤيته بالليل. فلذلك يرى جرم القمر في كسوفات القمر ولا يرى في الاجتماعات.

ولمّا كان البصر كما قلنا لا يدرك التحديب الذي في سطح القمر لبعده، فلذلك يرى ما

---

١ - وهذا: فهذا في ى.
٢ - الآخر: آخر في ب و م. أحد: سقطت في م. نقطتا: نقطتي في ب و م.
٦ - الظل: للظل في م.
٧ - الحالة: الحال في ى و م.
٩ - إليه: على هامش ب.
١١ - † . . . †: «التي منها يحصل لسطحه» في ى.
١٢، ١٦ - † . . . † عبارة ساقطة في ى حوالى ٦ أسطر.
١٨ - للسرج: السرج في ى.
١٩ - ضوئها: ضوءها في ب و ى، ضوها في م.
٢١ - كسوفات القمر: كسوفاته في ى. الاجتماعات: ى تضيف: «لما قلنا».
٢٢ - كما: لما في ى.

يحيط به من جرم القمر سطحاً مستوياً. فإن كـان ممتلئاً بـالنور رُئي دائـرة مضيئة مستـوية. †وإن لم يواجهنا شيء من المستنير فلا نراه لظلمته. وإن واجهنا فلا يخلو إمَّا أن يكـون بجميع المستنير أو ببعضه. فإن كان الأوّل اتّحد السهمان وتقابل رأسا المخروطين فيرى بدراً. وإن كان الثاني فرؤية المستنير من سطحه حينئذٍ تكون† عـلى ثلاثـة أضرب: هلاليّـاً، ونصف دائرة وذا حدبتين. †فالأوّل منها حين يكون قطب دائرة قاعدة ظل القمر داخـل قاعـدة مخروط البصر. والثاني منها حين يكون على محيطها. والثالث حين يخرج منها†.

فصل: في الوجوه التي عُرِفَ منها مِقْدار قطْر الشّمْس وَقطْر القَمَر وَقطْر الظِّل. ١٣٦ و

أمَّا الأوائل فقد ذكر بـطلميوس عنهم أنَّهم كـانوا يستعملون في هـذا المعنى آلات الماء، وهي مثل البنكامات والطرجهارات، وابرخس استعمل الآلة المعـروفة بـذات الثقبتين، وهـو الذي وضع هذه الآلة.

وأمَّا بطلميوس فلم يرضَ هذه الطرق وزيفها. وبيّن هذا الأمر بطريق استخرجهـا هي أجزل وأكثر تحقيقاً من طرقهم. فأخذ رصدين قديمين نقلا إليه من بابل. كتب في الأول منهما أنَّ القمر انكسف منه ربع قطره. وكان موضعه بمقتضى الزمـان الذي فيـما بين تقييـد حاصله لأول ملك بخت نصر وبين وسط زمان الكسوف، أمَّا من ذروة التـدوير في جهـة المشرق منها فثمانية عشر جزءاً وثلاثة وخمسين دقيقة، وكان بعد مركـز القمر عن عقـدة الذنب من الشـمال ⌐تسعة أجزاء وثلث من الدائرة المائلة¬ بمقتضى الحساب والتعديل في ذلك الوقت. فيكون بُعد مركز دائرة الظل في هذا الوقت من مركز القمر ثمانياً وأربعين دقيقـة ونصفاً، وذلـك في وسط زمان الكسوف ـ أعني غاية دخول القمر في مخروط الظل ـ وأكثر ما يبلغ الظلام من جرمـه في

م ٤٢ ظ ـ ى ٣٤ ظ

---

١ ـ رئي: رأى في جميع النسخ. مضيئة: سقطت في ى.

٢، ٤ ـ †...† عوّض في ى: «وانْ لم يكن ممتلئاً فرؤية المستنير من سطح القمر ترى». يخلو: يخلوا في ب و م.

٣ ـ تقابل: تقابلا في ب وم.

٤ ـ ذا: ذو في ب وى، ذوا في م.

٥، ٦ ـ †...†: سقطت في ى. دائرة: على هامش ب.

٧ ـ فصل: الفصل الثامن والعشرون في ى. في: مكررة في ب.

١٤ ـ بين: سقطت في م.

١٥ ـ نصر: النصر في م.

١٦ ـ وخمسين: وخمسون في ى.

١٨ ـ ثمانياً: ثمانية في جميع النسخ. وأربعـين: وأربعون في ب. نصفـاً: نصف في جميع النسـخ. وسط: على هامش ى.

ذلك الوقت. وفي هـذه الحال يكـون مركـز الظل ومـركز القمـر على الـدائرة التي تمـر بقطبي الفلك المائل.

وأمَّا الكسوف الثاني فذكـر أنَّه انكسف من القمـر نصف قطره. وكـان بُعد القمـر من ذروة تـدويره في ذلـك الوقت في جهـة المغرب † كـح جزءاً هـ † دقـائق، وبُعده من عقـدة الرأس في الجنوب سبعة أجزاء وأربعة أخماس جزءٍ في الدائـرة المائلة. وذلـك بمقتضى الزمـان والحركات والتعاديل بالأصول التي أصّلها. وكان بُعـد مركـز القمر من مـركز دائـرة الظل في ذلك الوقت م دقيقة م ثانية. وذلك في وسط زمان هذا الكسوف، وغاية إظلامه، وذلك حين يكون مركز القمر ومركز الظل على الدائـرة العظيمـة المارّة بقـطبي الفلك المائـل للقمر. وكان ما وقع من قطر القمـر في ظل الأرض امَّـا في هذا الـرصد فنصف قـطره، وامّا في المـرّة الأولى فربعه. وكان بعد مركز الظلّ عن مركـز القمر امَّـا في الكسوف الأول فثـمانياً وأربعـين دقيقة ونصفاً وامَّا في الكسوف الثاني فأربعين دقيقة وأربعـين ثانيـة. وهذا هـو كان مبلغ ميـل القمر عن سطح البروج في وسط زماني الكسوفين. والفضل بينهما سبع دقائق ونصف وثلث. وهذه هي مقدار ما يوتر ربع قطر القمر. فربع قطره يوتـر من الدائـرة العظيمـة المارّة بقـطبي فلكه المائل، وإن شئت قلت زاوية عند مركز العالم مبلغها سبع دقائق ونصف وثلث. فجميع قـطره يوتـر †من الدائرة العظيمـة† لا دقيقة وثلثـاً، لأنّه قـريب من أوج حامله ومن ذروة تدويره في الحالتين جميعاً، لأنَّ بُعد مـركز التـدوير من الأوج في الـرصد ⌉ الأول كـان درجتين ونصفا ونصف عشر. وأمَّا بُعد القمر من الذروة / فقريباً من تسعة عشر جزءاً. ں ٣٥ و ١٣٦ ظ

وأمَّـا في الكسوف الثـاني فكان بعـد مركـز تدويـره من الأوج درجتين وخمسـاً وعشرين دقيقة، وبعد القمر من ذروة التدوير كح جزءاً و هـ دقائق.

وفي هـذين الموضعـين يكون في أعـظم ما يكـون من بعده من الأرض بـالتقريب، لأنَّ هذه ⌈المقادير المذكورة لا تنقص عن أعظم أبعاده ما له قدر محسوس. وقد ذكر بطلميـوس أنَّه م ٤٣ و

---

١ ـ هذه: هذا في ں.
٤ ـ †...† ں: «ثمانية وعشرين جزواً وخمس».
٧ ـ م : أربعين دقيقة وأربعين ثانية في ں.
١٠، ١١ ـ ثمانياً وأربعين... ونصفاً: ثمانية وأربعين... ونصف، أربعون في جميع النسخ.
١١ ـ فأربعين... وأربعين: فأربعون... وأربعون في ٮ. وهذا هو: كذا في جميع النسخ. ميل: مثل في م.
١٣ ـ وهذه هي: كذا في جميع النسخ. العظيمة: على هامش ں.
١٥ ـ †...†: سقطت في ں. لا : أحد وثلثين دقيقة في ں، وثلث في جميع النسخ.
١٧ ـ ونصفاً: ونصف في ں وم. جزءاً: جزاء في ٮ، جزواً في ں، جزا في م.
١٨ ـ خمساً: خمسة في ٮ وم، خمس في ں.
١٩ ـ كح : فثمانية وعشرين جزواً وخمس دقائق في ں، وسقطت الأعداد من م.

وجد قطر القمر مرة واحدة، وكان إذ ذاك في أعظم أبعاده مساوياً لقطر الشمس. فقطر الشمس إذاً يوتر زاوية مثل الزاوية التي يوترها القمر عند مركز العالم †حين يكون في أعظم أبعاده†. وقد تبيّن أنّ نصف قطر دائرة الظل في الكسوف الثاني يوتر من تلك الدائرة م̄ دقيقة م̄ ثانية لأنّ في هذا الكسوف كان محيط الظل ماراً بمركز القمر. ومعلوم أنّ مركز الظل على محيط دائرة †هي ممثلة بفلك† البروج على الجزء المقاطر لمركز الشمس، وذلك أنّ مركز الشمس ومركز الأرض ومركز ظلها على سهم المخروط المحيط بالشمس والأرض، وهما في سطح البروج أبداً. وقد تبيّن من هذا أن قطر الظل مثلان لقطر القمر وثلاثة أخماس بالتقريب.

ولمّا كان جرم القمر كلما قرب من مركز العالم أوتر زاوية أعظم مما كان يوترها في بعده الأعظم، وكان أيضاً كلما قرب من الأرض ـ أعني من قاعدة المخروط ـ وقع في موضع من الظل أغلظ، ووجدت هذه النسبة† فيما بين قطريهما† مستمرةً على التقريب ـ أعني نسبة المِثلين والثلاثة الأخماس ـ فبهذا الطريق استخرج مقادير القسي التي توترها أقطار الدوائر المرئيّة من النيّرين ودائرة ظل الأرض. وأقطار هذه الدوائر أصغر من أقطار النيرين، لكن التفاوت بينهما وبين أقطارهما الحقّيّة ليس بالكثير، فلذلك أخذها بدلاً منها. وجميع الأقطار مقدّرة ى ٣٥ ظ هاهنا إمّا بالزوايا التي توترها عند مركز العالم وإما بالقسي من الدوائر العظام المخطوطة على مركز العالم وببعد مركز واحدٍ واحد من النيّرين. ومن معرفة أقطار الدوائر التي يوترها قطر القمر ومعرفة بعده من مركز الأرض وتساوي جرمي النيّرين في الرؤية يعلم نسبة نصف قطر

١ ـ ذاك: ذلك في ى. لقطر الشمس: ى تضيف: «فيكون قطره هنا مساوياً لقطر الشمس».

٢ ـ زاوية: الزاوية في ب. مثل الزاوية: هناك حاشية على هامش ب بخط الناسخ ورد فيها: «ذكر المولى المعظم الامام الأعظم أفضل المتقدمين والمتأخرين نصير الحق والملة والدين أعزّ الله انصاره أنّ الصاحب المعتبر قال إنّه رصد كسوفاً شمسياً وكانت الشمس في أقرب قربها والقمر في أبعد بعده، واقتضى أنّ الخط الخارج من موضع الراصد المار بالمركزين ـ أعني مركزي الشمس والقمر فرأى القمر في داخل الشمس وتبقى منها خارج (كذا) عنه كحلقة النور».

٢، ٣ ـ †...†: سقطت في ى.

٣، ٤ ـ م̄ دقيقة م̄ ثانية: اربعين دقيقة وثلثا دقيقة في ى.

٤ ـ ماراً: كذا في ى، مار في ب وم.

٥ ـ محيط: سقطت في ى. †...†: سقطت في ى.

٧ ـ القمر: سقطت في م.

٩ ـ أيضاً: على هامش ى.

١٠ ـ ووجدت: وجدت في م وى. †...†: سقطت في ى وعوض عنها على الهامش بكلمة واحدة كأنّها «فيهما».

١١ ـ الأخماس: أخماس في ى. المرئيّة: المرتّبة في ب وم.

١٢ ـ النيرين: النيرين بالحقيقة في ى.

١٣ ـ مقدّرة: كذا في ى وم، مقداره في ب.

١٥ ـ أقطار: سقطت في ى.

١٦ ـ القمر: ى تضيف: «أعني دائرتي الظل والمائل». مركز: سقطت في ى.

كل واحد منها إلى نصف قطر الآخر. وإنما أخذ هذه القسي التي أوترها القمر والظل من دائرة قائمة على الفلك المائل ولم يستعمل الدائرة القائمة على البروج، وقد كان †متى أراد تحقيق موضع القمر في الطول† أخذ موضعه في وسط الكسوف مقابل موضع الشمس ا فكان م ٤٣ ظ موضعه بالتحقيق. وذلك إنما يكون عند كون النيرين على دائرة عظيمة تمرّ بقطبي البروج †وتمرُّ بالخطين الخارجين من مركز العالم مارّين بمركزي النيّرين، لأنَّ الذي† استعمله في هذا المكان في الأقطار ففي غاية التحقيق.

وأمّا في الأوساط ففيه تقريب يسير لا يُدخِل مثلُه في مقدار المدة من الزمان التي استعملها ضرراً. فأمّا أنَّ مركز القمر أقرب ما يكون من مركز دائرة / الظل عندما يكونان ١٣٧ و على الدائرة المارّة بقطبي المائل فبيّنٌ ممّا أقول. وذلك أنَّ القمر لمّا كان سريع السير وكان هو الذي يلحق الشمس ودائرة ظل الأرض فيجوزهما، فإذا أسقطنا حركة الشمس من حركة القمر في وقت الكسوف كان الباقي المسمّى سبق القمر وبه يتجاوزهما. فيكون †مركز الشمس ومركز† دائرة الظل بالنسبة إلى هذا السبق كالثابتين، ومركز القمر إنّما يتحرك في سطح الدائرة المائلة. فمن البيّن أنّه متى تعلّمت نقطة على الفلك الممثل للقمر، ولتكن مركز الظل مثلاً، وأخرج منها قسي دوائر عظام تقطع الفلك المائل، فإنَّ أقصر ما يقع منها بين البروج والمائل القوس التي تكون قائمة على الفلك المائل. فأقرب ما يكون مركز القمر في ممرّه في المائل من تلك النقطة هو الآن الذي يصير فيه ¯ على فصل هذه القوس ـ †أعني القائمة ں ٣٦ و على الفلك المائل†. وما قبل هذا الفصل وبعده يكون أبعد من تلك النقطة ـ †أعني من مركز دائرة الظل†.

---

١ ـ الآخر: فلكه في ں. وإنما أخذ: فأمّا أخذه في ں.
٢، ٣ ـ †. . . † عوّضت ں: «حين حصل الحركات الوسطى للقمر».
٣ ـ موضعˉ: لموضع في ں.
٣، ٤ ـ فكان موضعه: سقطت في ں.
٤ ـ تمرّ: «تمرّ بهما و. . .» في ں.
٥ ـ †. . . † عوّضت ں: «ولا يلزم في وسط زمان كل كسوف أن تكون الدائرة العظمى القائمة على البروج قائمة على المائل. وأمّا ما. . .».
٨ ـ دائرة: سقطت في ں، يكونان: يكون في ں.
١٠ ـ فإذا: وإذا في ں.
١١، ١٢ ـ †. . . † «مركزاهما ـ أعني الشمس و. . .» في ں.
١٣ ـ على: إلى في م.
١٤ ـ الظل: على هامش ں.
١٦ ـ فيه: مكررة في ں. هذه: هذا في ں.
١٦، ١٧ ـ †. . . † «للفلك المائل» في ں.
١٧ ـ قبل: قيل في م. النقطة: شطبت في ں.
١٧، ١٨ ـ †. . . † «المتعلمة على مركز الظل» في ں.

١٣٧ و

فإذا فرض مركز الظلّ أو مركز الشمس على الخط المستقيم المخرج من مركز العالم مارّاً بتلك النقطة المتعلّمة فيكون مركز القمر أقرب ما يكون من هذا الخط حين يكون على قوس تمرّ به وتكون قائمة على الفلك المائل، وحينئذ يكون وسط زمان الكسوف وهو أعظم ما يبلغ جرما النيرين في زمان الكسوف من الأظلام وتداخل الأقطار. فلذلك أخذ ميل القمر في الكسوفات التي أخرج بها †أقدار الأقطار من† دائرة قائمة على الفلك المائل.

فصل: في اختلاف منظر القمر وبعده من مركز العالم

اختلاف منظر القمر أن يُرى موضعه [١] بالرصد - أعني موقع نظر الناظرين إليه في م ٤٤ و
الفلك الأعلى - في غير موضعه الحقيقي. وموضعه الحقيّ هو الذي يحدّه خط مستقيم يخرج من مركز العالم فيمر بمركز القمر وينتهي إلى الفلك الأعلى. ولّما كان فلك القمر قريباً من الأرض لم يكن قدر الأرض عند فلك القمر كالنقطة كما هي عند الفلك الأعلى، بل كان لقطر الأرض إلى قطر فلك القمر نسبة لها قدر يدركه الحس فضلاً عن غيره، فلا جرم يكون الجيب المخرج من سطح الأفق الحسيّ في فلك القمر على الأفق الحقيّ له قدر صالح بالنسبة إلى قطر فلك القمر. فلذلك لم يكن الخط الذي يخرج من مركز العالم إلى مركز القمر ثم إلى الفلك الأعلى يرى موقع طرفه في الموضع الذي يقع فيه طرف الخط الذي يخرج من البصر إلى مركز القمر ثم إلى الفلك الأعلى إلاّ حين يكون على نقطة سمت الرأس. ويختلف موقعهما مخالفة يدركها الحسّ. وهذا الاختلاف قوس من دائرة الارتفاع فيما بين طرفي ذينك الخطين المذكورين. وإذ كان ذلك كذلك وجب أن لا يكون موضعه بالرؤية من البروج هو الموضع المحسوب له عند مركز البروج في الطول† إلاّ حين يكون على سمت الرأس أو حين تكون

---

١ - مارّاً: كذا في ى، مار في بر و م.
٢ - فيكون: ويكون في ى.
٣ - يكون: سقطت في بر و م.
٤ - جرما: جرمي في ى.
٥ - †...† «أقطار» في ى.
٦ - فصل: الفصل التاسع والعشرون في ى.
٨ - الحقيقي: الحقي في بر و م.
٩ - وينتهي: وينتمي في م.
١١ - فلك: الفلك في م. قدر: ى تضيف: «يمكن أن».
١٢ - الحقّي: ى تضيف: «فيه أيضاً».
١٥ - ثم: اضيفت في ى وسقطت في بر و م.
١٦ - ذينك: ذانك في جميع النسخ.
١٨، ٢ - †...† على هامش ى.

دائرة الارتفاع مارَّة بقطبي البروج. فإنَّ الاختلاف الذي يلحقه في هذا الموضع يكون في العرض فقط، فلا يختلف موضعه في الطول†.

فأمَّا الطريق التي استخرج بها بطلميوس اختلاف / منظر القمر، فإنَّه لمَّا رصده ١٣٧ ظ - ٮ ٣٦ ظ
أرصاداً كثيرة فوجد مسيره دائماً في دائرة مائلة عن فلك البروج. ومقدار هذا المَيْل واحد لا يتغيّر إلى زيادة ولا نقصان، ومبلغ ميله خمس درجات من دائرة عظيمة تخطّ على أقطاب الفلكين - أعني البروج والمائل. فلما استقر ذلك عنده وأراد معرفة اختلاف منظر القمر اختار لرصده حين يكون †في غاية ميله، وأن يكون †على دائرة نصف النهار. وقاسه بالآلة التي اخترعها، وهي ذات الشعبتين، فوجد بُعد مركزه عن سمت الرأس بالاسكندرية خمسين جزءاً وخمساً وخمسين دقيقة. فطلب معرفة موضعه المقوّم في الزمان الذي رصده فيه بحسب التقييدات التي حصّلها، فوجد موضع الشمس بالوسط في سبعة أجزاء واحد وثلثين دقيقة من الميزان وبالحقيقة في خمسة أجزاء وثمان وعشرين دقيقة منه، وحاصل القمر بالوسط في خمسة وعشرين جزءاً وأربع وأربعين دقيقة من القوس، وبُعده من الشمس ثمانية وسبعون جزءاً وثلاث عشرة دقيقة، وبُعده من ذروة فلك التدوير مائتان واثنان وستون جزءاً وثلث جزء.

وأمَّا موضع مركز تدويره في الطول فعلى خمس وعشرين درجة وأربع وأربعين دقيقة من الرامي. فيكون موضع القمر الحقي في ثلاثة أجزاء وثلث من الجدي. وكان بعده من النهاية الشمالية حينئذ جزئين وعشر جزء. فيكون عرضه بمقتضى الحساب أربعة أجزاء وتسعاً وخمسين دقيقة في الشمال على أنَّ غاية ميله فيه خمسة أجزاء. ولأنَّ ميل الدرجة †التي فيها القمر من

---

٣ - منظر القمر: المنظر للقمر في ٮ.

٤ - ارصاداً: ارصاد في بر و م.

٥ - تُخطّ: تحط في بر و م. أقطاب: الأقطاب في ٮ.

٦ - وأراد: وأراد بطلميوس في ٮ. منظر القمر: المنظر للقمر في ٮ. اختار: فاختار في ٮ.

٧ - †. . . † سقطت في ٮ. غاية: سقطت في م. وقاسه: ثم قاسه في ٮ.

٨ - بُعد: بعده في م.

٩ - وخمساً: سقطت في ٮ، وخمس في بر و م. وأما الرصد فهو الرصد المعروف من المجسطي ٥ فصل ١٣. ورد في نسخة اسحاق - ثابت «خمسون جزءاً ونصف وثلث وجزء من اثني عشر من جزء» با٩٧ و٩٧ظ والحجاج ن نه مب ٧٤٧٤ ص ١٣٧ ظ ١٣٨ و، فطلب: وطلب في ٮ. المقوّم: الوسط في ٮ. فيه: سقطت في م، على هامش ٮ.

١١ - وبالحقيقة: وهو في الحقيقة في ٮ. خمسة': خمس في ٮ.

١٢ - جزءاً': ٧٨ جزواً و١٣ دقيقة في ٮ وسبعون: وسبعين في جميع النسخ

١٣ - ثلاث عشرة: ثلثة عشر في بر و م. فلك: سقطت في ٮ.

١٤ - أربع: أربعة في جميع النسخ.

١٦ - جزئين: كذا في ٮ، جزاان في بر، جزان في م. وتسعاً: وتسعة في جميع النسخ.

١٧ - الدرجة: الجزء في ٮ.

١٧، ١ - †. . . † ٮ: «من فلك البروج الذي القمر فيه».

فلك البروج† عن المعدّل ثلاثة وعشرون جزءاً وتسع وأربعون دقيقة، وعرض اسكندرية ـ أعني بعد دائرة المعدّل عن سمت الرأس بها ـ ل نح . فبُعد مركز القمر عن نقطة سمت الرأس مط جزءاً و مح دقيقة. وقد وجد بعده بالرصد من نقطة سمت الرأس د جزءاً نه دقيقة، وفضل بُعده بالرصد على بعده بالحساب جزءاً واحداً وسبع دقائق. وهذا ب ٣٧ و الفضل هو قدر ما اختلف به منظر القمر، †وهي القوس المنفصلة من دائرة الارتفاع فيما بين طرفي الخطين المخرجين من مركز العالم ومن نظر الراصد. وإنما اختار أن يكون القمر في غاية ميله وفي المنقلب الجنوبيّ لأن تكون دائرة الارتفاع مارّة بقطبي البروج وقطبي الفلك المائل، فيكون اختلاف منظره في جهة العرض فقط؛ وذلك لا يحصل إلاّ بالقرب من دائرة نصف النهار. فأمّا أخذه المنقلب الجنوبي دون الشمالي لكون هذا المنقلب أبعد عن سمت الرأس، فيكون اختلاف المنظر أكثر منه في المنقلب الشمالي†.

ولما تحصّلت له هذه الأشياء عمل شكلاً بيّن به بُعد مركز القمر من مركز العالم ومن مقام الراصد بما به يكون نصف قطر الأرض إذا جُعل مقياساً وقُدّر به هذا البعد واحداً، فقال:

فليكن [في الشكل رقم (٧)] على طريق التمثيل في سطح الدائرة السمتية ثلاث دوائر على مركز واحد، وهو نقطة /ك. ١٣٨ و أمّا الدائرة العظمى التي على بسيط الأرض فدائرة أ ب . وأمّا الدائرة التي ترسم على المركز وببُعد مركز القمر فدائرة ج د . وأمّا الدائرة التي في الفلك الأعلى ـ وهي التي منزلة الأرض عندها كالنقطة ـ فدائرة هـ ز ، وهي دائرة م ٤٥ و الارتفاع للقمر في وقت الرصد. فأخرج خط كـ ا ج ه يمرّ بالنقطتين اللتين على سمت الرأس ـ †أعني ج ه . وننزل أنّ مركز القمر على نقطة د حالة رصده، وبعده من

---

١ ـ ثلاثة وعشرون: ثلث وعشرين في ب، ثلثة وعشرين في بر وم. تسع وأربعون: كط في ب، تسعة وأربعين في بر وم.

٢ ـ المعدل: معدل النهار في ب.

٣ ـ جزءاً: كذا في بر، جزا في م. جزواً في ب.

٤ ـ جزءاً واحداً: كذا في ب، جزؤ واحد في بر، جز واحد في م.

٥ ـ اختلف: اختف في م. † سقط مما يلي هذه العلامة حوالى ستة أسطر ونصف في ب. والأرجح أن النص المثبت في بر وم اضيف على نص ب الأصلي لشرحه. المنفصلة: المتفاصلة في م.

٩ ـ أخذه: أجده في بر وم. الشمالي: الشمال في م.

١٠ ـ † هنا ينتهي النص المضاف في بر وم.

١١ ـ به: سقطت في بر وم.

١٣ ـ فقال: المثال الذي يلي هو تلخيص المقالة الخامسة من المجسطي الفصل ١٣ با٩٧ظ وما يلي. وعبارة التلخيص أقرب إلى نسخة إسحاق ـ ثابت منها إلى لغة الحجاج.

١٩، ١ ـ † . . . † على هامش بر. نتزل: كذا في ب، نزل في بر وم، لنتزل في با٩٧ظ.

١٣٨ و

نقطة سمت الرأس† ـ وهي نقطة ج ـ بالحساب مط مح . وأخرج خط كـ د ح مارّاً بمركز القمر ـ أعني د . وأخرج من مقام الراصد ـ أعني نقطة ا خط ا د ط . وأخرج من نقطة ا على خط ب كـ عمود ل . وأخرج أيضاً من نقطة ا خطاً موازياً لخط كدح .

[الشكل ٧]

ومعلوم أنَّ القوس التي اختلف بها موضع القمر بالرصد والحقيقة إنما هي قوس ط ح ـ وهي درجة واحدة وسبع دقائق. ولأنَّ خط ا كـ لا يُحسُّ قدره عند دائرة ز ح ط ، تكون قوس ز ح غير محسوسة. فلذلك يكون لا فرق في الحس بين قوسي ز ط ، ح ط . فتكون زاوية ز ا ط ـ أعني ا د ل ـ معلومة، وهي جزء وسبع دقائق بما به القائمة الواحدة ص . وزاوية ا ل د قائمة، تبقى زاوية د ا ل معلومة. فنسبة أضلاع مثلث ا د ل بعضها إلى بعض معلومة. فخطّا ا ل ، د ل معلومان بما به خط ا د مائة وعشرون. فخط د ل معلوم بما به ا ل معلوم. ولأنَّ قوس هـ ح ، وهي

١ ـ مط مح : «تسعة وأربعين جزءاً وثمانية وأربعين دقيقة» في ں. مارّاً : مار في ں و م.

٢ ـ وأخرج: ويخرج في ں.

٣ ـ خطا: خط في ں و م ، وترك: ترك قرب هذه الكلمة فسحة بيضاء في ں لإضافة الرسم الذي أثبت في م و ں فقط.

٥ ـ اختلف: اخلف في ں. موضع: موضعا في ں.

٧ ـ فلذلك: فذلك في ں.

٨ ـ جزء: جزو في م، حر واحد في ں.

٩ ـ ص : ص جزواً في ں.

١٠ ـ مثلث: على هامش ں. معلومان: كذا في ں، معلومين في ں و م.

١١ ـ عشرون: كذا في ں و م .عشرين في ں.

بعد القمر من نقطة آسمت الرأس - أعني زاوية اكل - مط مح بما به القائمة ص . ب ٧ ظ وزاوية ل قائمة، تبقى زاوية كال م يب . فنسبة أضلاع مثلث كال بعضها إلى بعض معلومة. فخطًا ال كل معلومان بما به ال معلوم. فخطوط لد لك دا معلومة بما به خط اك واحداً، وهو نصف قطر الأرض. فجميع لد معلوم وهو بعد مركز القمر من مركز العالم وقت الرصد. وذلك تسعة وثلاثون مثلاً ونصف وربع لخط اك - أعني نصف قطر الأرض.

فلمّا حصل له هذا البعد بنى عليه وحصّل أبعاد القمر في أربعة مواضع: الأولان منها هما البعدان اللذان يكونان له ومركز التدوير في أوج الحامل. فالأول حين يكون مركز القمر في ذروة التدوير والثاني منهما حين يكون مركزه في حضيض التدوير. والبعدان الآخران يكونان للقمر ومركز تدويره في حضيض حامله. فالأول منهما حين يكون مركز القمر في ذروة ⌐تدويره⌐ والثاني ومركزه في حضيض تدويره. فالأوّل من أبعاده الأربعة وهو أعظمها وغايتها م ٤٥ ظ - ب ٣٨ و سد ى والثاني نج هـ والثالث مج نج والرابع منها وهو أقرب / قربه من الأرض لج لج . ١٣٨ ظ وقد بيّن بطلميوس أنّ أبعد أبعاد مركز التدوير يكون بهذا القياس - أعني نصف قطر كرة الأرض† الذي هو واحد† - تسعة وخمسين مثلاً. وانّ أقرب أبعاده يكون ثمانية وثلاثين مثلاً وثلاثة وأربعين دقيقة. وانّ نصف قطر تدويره يكون خمسة أمثالٍ لنصف قطر الأرض وسدساً.

وعلى هذا يكون أيضاً نصف قطر الخارج وهو الحامل للتدوير مح هـ، وهذا هو البعد الأوسط للقمر. ويكون أيضاً بعد ما بين المركزين عشرة أمثاله وقريباً من سدس.

وقد تبيّن عن قرب أنّ كرة الشمس أعظم من كرة القمر. وذلك أنّه لما وُجد قطر القمر حين يكون في أبعد أبعاده مساوياً لقطر الشمس - وهذا مما يسهل تناوله بذات الثقبتين - والقمر أقرب إلى مركز العالم من الشمس، ونسبة البعد إلى البعد كنسبة القطر إلى القطر، يكون قطر الشمس أعظم قدراً من قطر القمر. ولذلك يكون جرمها أعظم من جرمه.

---

١ - نقطة: مكررة في ب. - مط مح: وتسعة وأربعون جزواً وثمانية [على الهامش] وأربعون دقيقة في ب. ص: ص جزواً في ب.
٢ - تبقى: تنعى في م.
٤ - واحداً: واحد في جميع النسخ.
٧ - وحصّل: وجعل في ب و م. الأولان: الأولين في جميع النسخ.
٩ - والبعدان الآخران: والبعدين الأخرين في ب.
١٤ - †...†: سقطت في ب.
١٦ - سدساً: سدس في جميع النسخ.
١٨ - وقريبا: وقريب في جميع النسخ.
٢١ - والقمر: وكان القمر في ب.

١٣٨ ظ

وقد تبيّن مما تقدم أنّ القمر إذا لم يكن على سمت الرأس أو ما يقرب منه يكون له اختلاف منظر محسوس، وأنّ الخط المستقيم الذي يصل بين البصر ومركز القمر إذا أنفذ إلى فلك البروج يكون طرفه الذي في البروج منحطاً نحو الأفق عن الخط المستقيم الواصل بين مركزه ومركز العالم إلى كرة البروج. فيكون اختلاف منظره الواقع مرّة في الطول فقط، ومرّة في العرض، وأخرى فيهما معاً، فمتى كانت دائرة الارتفاع هي دائرة البروج والقمر في إحدى العقدتين كان اختلاف منظره في الطول فقط. وإن كان الارتفاع شرقيّاً عن الدائرة المارّة بقطب البروج وسمت الرأس، كان اختلاف المنظر إلى التوالي، وإن كان غربيّاً عنها فبالعكس. وإن كان على غير العقدة، وكانت دائرة ارتفاعه هي الدائرة المائلة، كان اختلاف منظره في الطول بالتقريب. وإن كانت دائرة الارتفاع مارّة بقطبي البروج، كان اختلاف آ منظره في العرض فقط. فإن كان ارتفاعه وفلك البروج جنوبيّين عن سمت الرأس، وعرضه كذلك، كان اختلاف منظره في جهة عرضه، †فيزاد على عرضه، فإن كان عرضه شماليّاً فالأمر بالعكس†. وقِسْ ˥على ذلك إذا كانا شماليّين. وإن كانت دائرة الارتفاع غير هذه الدوائر المذكورة فإنّ اختلاف منظره مركب من الطول والعرض. ں ٣٨ ظ م ٤٦ و

فصل: في أنّ كُرَة الشمْس أعظم منْ كُرَة الأرض مَع المَاء إذ هُمَا بمَنزِلة كُرَةٍ وَاحِدَة.

فنقول: إنّ كرة الأرض أصغر من كرة الشمس. فإنّها لو لم تكن كذلك لكانت إمّا مساوية لها أو أعظم. ولو كانت مساوية لها لكان ظل الأرض اسطوانيّ

---

١ - أو: «و» في ں.

٣ - عن: على في م.

٤ - منظره: منظر في م.

٦ - شرقيّاً...: من هنا وحتى آخر الفصل يختلف النص في ں: «...شرقيّاً، كان اختلاف المنظر إلى التوالي، وان كان غربياً فبالعكس. وإن كانت دائرة الارتفاع مارّة بقطبي البروج كان اختلاف [ں ٣٨ظ] منظره في العرض فقط. فإن كان ارتفاعه وفلك البروج جنوبيين [ں: جنوبيّان] عن سمت الرأس وعرضه كذلك كان اختلاف منظره - يزيد في عرضه، وكذلك لو كانت نقطة سمت الرأس متوسطة بين القمر وفلك البروج أو عليه كيف كان. وان كان عرضه شماليّاً فالأمر بالعكس. وقس على ذلك إذا كانا شماليين. وإن كانت دائرة الارتفاع لا تطابق واحدة من هاتين الدائرتين فإن اختلاف منظره مركب من الطول والعرض».

٨ - العقدة: العقد في م. ارتفاعه: الارتفاع في بر وم وقد صححت في كلتا النسختين بإضافة هاء إلى العين كأن م منقولة من بر.

١١، ١٢ - †...† على هامش بر وسقطت في م، ں: «وان كانت دائرة الارتفاع لا تطابق واحدة من هاتين الدائرتين فإنّ اختلاف منظره مركب من الطول والعرض».

١٤ - فصل: الفصل الثلاثون في ں وقد اختلف عبارة في ں فأوردناه منفرداً في ملحق ٢، فليطلب هناك.

الشكل، فكان القمر ينكسف كلما قابل الشمس؛ وذلك لأنَّ قطر الشمس ـ أعني قطر الظل حينئذ ـ يوتر من فلك القمر في أبعد أبعاد القمر قوساً مقدارها تسعة أجزاء وثلثي جزء بالتقريب، على ما قد تبيّن من أبعادهما.

أمّا بُعد القمر فيعلم من جهة اختلاف منظره. وأمّا بُعد الشمس فيمكن معرفته من اختلاف منظرها، وإن قلّ، بدون التعرّض للقمر كما فعل الأوائل. /وقد تبيّن أنَّ بُعد ١٣٩ و
الشمس من مركز العالم ثماني عشرة مرة ونصف وثلث بالتقريب مثل أبعد أبعاد القمر. فالخطان المتوازيان المخرجان من طرفي قطر الشمس المحيطان بكرة الأرض ينحاز فيما بينهما من فلك القمر الأجزاء المذكورة. وإذا أضيف إلى نصفها نصف قطر القمر، وهو خمس عشرة دقيقة وعشرون ثانية، كان ذلك خمسة أجزاء وخمس دقائق وثلثا وهي أكبر من غاية عرض القمر فيكون كسوفه في كل شهر بالضرورة، والوجود بخلافه.

ولا يمكن أن يستدل على نفي ذلك بأن يقال إنَّه لو كان كذلك لكان الظل اسطوانياً، ولو كان اسطوانياً لكان إذا فرض أنَّه إذا انكسف كسوفين وكان عرضه فيهما متساوياً وكان في أعالي فلك تدويره مرة وفي أسافله في الأخرى، فإنَّه يكون مكثه وهو في أعالي التدوير آ أعظم ىـ ٣٩ و
مما يكون في أسافله، لأنَّ سيره في أعالي فلك تدويره ابطأ وجرمه أصغر، وبالعكس من ذلك في أسافله والوجود بخلافه، لأنّا نقول: لا نسلّم أنَّ الوجود بخلافه؛ فإنّا سنبيّن في فصل كسوفات القمر أنَّ الكسوفين المتشابهين أحدهما في أعالي التدوير والآخر في أسافل، مكث الذي في أعالي التدوير أكثر من الذي في أسافله مع كون الظل مخروطاً. ولا ينبغي أن يتوهم متوهم أنَّ ذلك يوجب عدم انخراط الظل انخراطاً يكون رأسه في مقابلة الشمس لأنَّ السبب

---

١ ـ الشكل: على هامش بر الحاشية: «لما بيّن صاحب الكتاب في المقدمات التي ذكرها عن قريب في الأمور العارضة للشمس والقمر في خسوفهما أنَّ كل كرتين متساويتين فإن الشكل المجسم الذي يتوهم محيطاً بهما يكون اسطوانياً».

٤ ـ اختلاف: الاختلاف في م.

٥ ـ كما: كلما في بر.

٦ ـ ثماني عشرة: ثمانية عشر في جميع النسخ.

٧ ـ ينحاز: ينحار في بر و م، سماز في ىـ.

٨ ـ المذكورة: بر تضيف على الهامش: «أعني التسعة والثُلثين المذكورين في أنَّ قطر الظل يوتر أبعد أبعاد القمر قوساً مقدارها [بر: مقداره] هذا». إلى نصفها: إليها في ىـ. وهو: وهي في بر و م. خمس عشرة: خمسة عشر في بر و م.

٩ ـ عشرون: عشرين في بر وم. وثلثا: في بر وم، لما كان هذا الفصل يختلف في ىـ فطريق الحساب هنا تؤدي إلى «خمسة أجزاء وثلاث دقائق ونصف وربع». سوف نتناول هذه الفروق في الشرح الذي سنرفقه بترجمة النص. نفترض هنا أن النص الوارد في بر وم هو إعادة حساب ما ورد في ىـ وهو نص العرضي في آخر أطواره.

١١ ـ لكان: سقطت في بر.

١٨ ـ انخراط: سقطت في م.

في ذلك بطء القمر في أعالي التدوير وسرعته في أسافله، لا عدم ⌝ انخراط الظل. م ٤٦ ظ

وأمّا لو كانت الأرض أكبر لكـان الأمر أكـثر استحالـة، فالشمس أعـظم من الأرض. ولذلك كان ظل الأرض منخرطاً، ورأس هذا المخروط على مقابلة الشمس. فلذلـك يستدقّ مما يلي طرفه كلما بَعُد عن الأرض. وإذا كان القمر في بعد أكثر لقي من المخروط دائرة أصغر من التي يلقى إذا كان قريباً منها.

فصل: في بُعْد الشمْس منَ الأرْض وَمقْدَار قطْرهَا عنْد قطْر الأرض وَقدر جُرمهَا عنْد جُرم الأرض، وَكذلِكَ عندَ جُرم القمَر.

قال بطلميوس: إنَّ الشمس والقمر يوتران زاوية واحدة عند مركز العالم إذا كـان القمر في أبعد أبعاده. †وقد بيّن أنَّ† أبعد بُعد مركز تـدوير القمـر من مركـز الأرض نط مرة مثـل نصف قطر الأرض، وأنَّ نصف قطر تدويره خمسة أمثاله وسدس. فيكون أعظم أبعـاد مركـز القمر من مركز الأرض أربعة وستين مرة وسدس مرة. ويكون بُعد دائرة الظل المقـارنة لـه في هذا البعد كذلك.

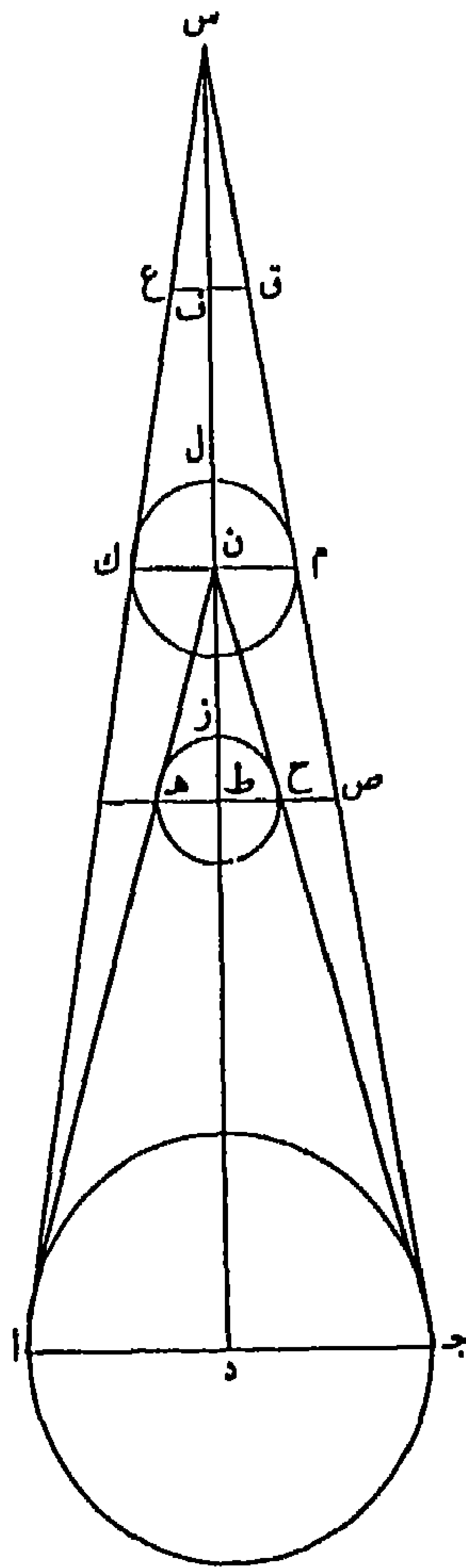
فإذا تقررت هذه الأشياء فلتكن †مـراكز كـرات الشمس والقمر والأرض الثـلاث على خط مستقيم: وليكن† المخـروط المحيطآ بكـرتي الشمس والقمـر [في الشكـل رقم (٨)] مخـروط ں ٣٩ ظ اجهـ. ونتوهـم سطحاً مستوياً يقطع هـذا المخروط ويمـرّ بسهمه. وليحـدث في كرة الشمس دائرة ابج على مركز د، وفي كرة القمر دائرة حزه على مـركز ط. وليكن المخـروط المحيط بالشمس وكرة الأرض مخروط اجس، وقد قطع بسطح يمرّ/بسهمه، فأحدث مثلث ١٣٩ ظ

---

١ ـ بطء: كذا في ں، بطو في بر و م.
٢ ـ الأمر: للأمر في م.
٦ ـ فصل: الفصل الحادي والثلاثون في ں.
١٠ ـ †...† ں: «وانَّ». بُعد: سقطت في ں. مركز٢: سقطت في ں. نط: تسعة وخمسين في ں.
١١، ١٢ ـ مركز: سقطت في ں.
١٣ ـ البعد: الموضع في ں.
١٤، ١٥ ـ †...† سقطت في ں وتضيف قبل استئناف النص: «اما».
١٦ ـ هذا: سقطت في ں. في: «امًا في» في ں.
١٧ ـ دائرة: فدائرة في ں. وفي: «وأمًا في» في ں. دائرة٢: فدائرة في ں.
١٨ ـ مخروط: سقطت في ں.

١٣٩ ظ

اسج . وليكن السهم المشترك للمخروطين سهم عليه د ب ، ط ز ، ن ل ، ف س . وقد تسامح بطلميوس في جعله خط ا د ج قطراً مشتركاً لقاعدتي المخروطين ـ أعني مخروط البصر المحيط بالنيرين، ومخروط الظل المحيط بالشمس وبالأرض. وذلك أن المثلث الذي رأسه نقطة هـ يجب أن يحوز من دائرة ا ب ج قوساً أصغر ممّا حاز منها المثلث الذي رأسه نقطة س .



[الشكل ٨]

---

١ ـ وليكن: ترك بياض قرب هذه الكلمة في بر للرسم الذي اثبت في م وى. أمّا أسماء النقط الهندسيّة فهي كما ورد في المجسطي ٥ فصل ١٥. للمخروطين: لهما في ى.

٢ ـ تسامح: تساهل في ى. قطراً: واحد في بر وم.

فنخرج في الدوائر خطوطاً تصل بين مواضع التماس: أمّا في دائرة الشمس فخط ا د ج ، وأمّا في القمر فخط ه ط ح ونفذه إلى ص ، وأمّا في دائرة الأرض فخط ك هـ م ، وأمّا في ˥دائرة الظل فخط ع ف ق . ˥ولمّا كان مقدار التفاوت بين هذه الخطوط وبين أقطار الدوائر ممّا يفوت الحس لقلته، أخذ هذه الخطوط على أنها أقطار لهذه الدوائر. فخط ا ج قطر الشمس، وخط ك م قطر الأرض، وخط ه ح قطر القمر، و ع ق قطر الظل. فلأنّ زاوية ه هـ ح ، وهي التي يوترها قطر القمر عند مركز العالم ـ وهو في أبعد أبعاده ـ لا دقيقة ك ثانية، فزاوية حنط ـ أعني نصفها ـ معلومة، وزاوية ط قائمة فمثلث حنط معلوم الزوايا. فنسب أضلاعه، بعضها إلى بعض، معلومة. فخط ح ط ـ أعني نصف قطر القمر ـ معلوم. وقد خرج يز دقيقة لج ثانية بما به خط ط هـ سد ي . وبهذا المقدار يكون خط نم واحداً. ولأنّ خط قف ـ أعني نصف قطر دائرة الظل ـ مثلان وثلاثة أخماس خط ح ط ـ أعني نصف قطر القمر ـ فخط فق † ج مه لح ثانية. فكل واحد من خطّي ح ط فق † معلوم من نصف قطر الأرض. ولأنّ مجموع خطّي ط ص، فق ضعف خط ن م ، وذلك لتساوي بعدي ط هـ ، نف في مثلث ط ص س، †وتوازي خطوط ط ص ، هـ م ، فق †. فإنّا متى أسقطنا قدري حط ، فق من اثنين كان الباقي، وهو ح نو مط ثانية، وهو قدر حص . فحص معلوم بنصف قطر الأرض.

ب ٤٠ و ـ م ٤٧ و

ومن أجل أن نسبة ن م إلى حص كنسبة ج هـ إلى ج ح ـ أعني هـ د إلى د ط . فبالتفصيل تكون نسبة زيادة نم على حص إلى حص كنسبة هـ ط إلى د ط . لكن زيادة نم على حص وخط حص معلومان، و نط معلوم، فط د

---

٤ ـ الحس: عند الحس في ب.
٥ ـ الأرض: للأرض في م.
٦، ٧ ـ لا دقيقة ك : «أحد وثلاثون وعشرون [ب عشرين] ثانية» في ب.
٩ ـ يز دقيقة لج : «سبعة عشر دقيقة وثلاثة وثلثين» في ب.
١٠ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ.
١١ ـ خط: لخط في ب.
١١، ١٢ ـ †...† على هامش ب وقد كررت «معلوم» وأثبتت «معلوماً» في النص. فكل: وكل في ب.
١٢ ـ الأرض: ب تضيف: «وكذلك ضعف خط ط ن ـ أعني ط ف يكون معلوماً».
١٣، ١٤ ـ †...†: عبارة سقطت من م و ب، ووردت على هامش بر.
١٤ ـ فإنّا: فيكون في ب.
١٥ ـ وهو: سقطت في ب. ج : ح في ب، وهو خطأ في كتابة الصفر، با في م.

معلوم، وهو بعد مركز الشمس من مركز القمر. وقد خرج بالحساب ألفاً ومائة وخمسة
وأربعين مثلاً ونصفاً وثلثا لنصف قطر الأرض. وقد كان تبيّن أنّ نط أربعة وستون
وسدس، فجميع خط هـ د - أعني بعد آ الشمس من مركز العالم معلوم: وهو ألف ومائتان ن ٤٠ ظ
وعشرة أمثال لنصف قطر الأرض. وهذا عنده هو / البعد الأوسط للشمس. ولأنّ نسبة ند ١٤٠ و
إلى نط كنسبة نصف قطر الشمس إلى نصف قطر القمر، وقطر القمر، يـز لج ثانية بما به
نصف قطر الأرض واحداً، وكذلك كل واحد من د هـ نط معلوم. فنصف قطر الشمس
معلوم. وقد خرج بالحساب خمسة أمثال ونصفاً لنصف قطر الأرض.

ولما تبيّن أن خط قف خمسة وأربعون دقيقة، و لح ثانية بما به خط م ن واحداً.
ونسبة نم إلى ف ق كنسبة نس إلى سف، فبما به إذاً خط نس واحداً يكون به ⌐ امّا م ٤٧ ظ
خط سف فخمسة وأربعين دقيقة وثماني وثلاثين ثانية، وأما نف الباقي فأربع عشرة دقيقة
واثنتان وعشرون ثانية. فبالأجزاء التي يكون بها خط فن أربعة وستين جزءاً وسدساً، وخط
نم - أعني نصف قطر الأرض - واحداً يكون بها امّا خط سف فمايتين وثلاثة أجزاء ونصفاً
وثلثاً، وامّا خط نس بأسره فمايتين وثمانية وستين مثلاً لنصف قطر الأرض. فبُعد رأس
مخروط الظل من مركز العالم أكثر من أربعة أمثال وسدس لأبعد أبعاد القمر.

ولما كانت نسبة قطر الكرة إلى قطر الكرة كنسبة مكعب القطر إلى مكعب القطر، فبما

---

١ - ألفاً: ألف في ن.
٢ - وأربعين: وأربعون في ن. ونصفاً وثلثاً: ونصف وثلث في ن. ستون: ستين في ب و م.
٣ - مائتان: مائتي في ب و م.
٤ - للشمس: سقطت في ن.
٦ - نصف: سقطت في ن و م. واحداً: واحد في جميع النسخ.
٧ - نصفاً: نصف في جميع النسخ. لنصف: سقطت في ن.
٨ - أربعون: أربعين في م و ن. لح: «وثمان وثلثون» في ن. واحداً: واحد في جميع النسخ.
٩ - إذاً: إذن في ن. واحداً: واحد في جميع النسخ.
١٠ - وأربعين... وثلاثين: وأربعون... وثلاثون في ب، وأربعين... وثلاثون في م. ثماني: ثمانية في جميع النسخ. أربع عشرة: أربعة عشر في جميع النسخ.
١١ - اثنتان: اثنان في ب، غير منقوطة في ن، ايتان في م. سدساً: سدس في جميع النسخ.
١٢ - واحداً: واحد في ب و م. فمايتين: فمايتان في ن. فمايتي في م.
١٢، ١٣ - ونصفاً وثلثاً: ونصف وثلث في جميع النسخ.
١٣ - فمايتين... وستين: فمايتان... وستون في ن، فمايتي... وستين في م.
١٤ - لأبعد: أبعد في ن.

به مكعب قطر كرة الأرض والماء واحداً يكون به مكعب قطر الشمس ماية وستة وستين وربعاً وثمناً. فبما به كرة الأرض والماء واحداً تكون به كرة الشمس على هذا العمل ماية وستة وستين وربعاً وثمناً. وبهذا المقدار تكون كرة القمر جزءاً من تسعة وثلاثين جزءاً وثلث من كرة الأرض، ويكون القمر من كرة الشمس جزءاً من ستة آلاف وستمائة وأربعة وأربعين ونصف.

†وأمّا إخراج بُعد الشمس من مركز الأرض - أعني خط ه ط د بالوجه الذي أخرجه به بطلميوس فهكذا: نسبة نم - أي الواحد - إلى نو دقيقة ومط ثانية كنسبة ند - أي بعد الشمس من مركز العالم - إلى د ط - أي بعدها من مركز القمر. فإذا جعل ند واحداً وأسقط منه د ط بقي خط نط، ح دقيقة يا ثانية بما به ند واحداً. لكن نط سد ي بما به نم واحداً؛ فتكون ند ١٢١٠ بما به نم واحداً†. وقد وقع لبطلميوس في هذا المكان في الحساب أمر يناقض قوله في مقادير الأقطار. وذلك حيث يقول
آ إن جرم الشمس ماية وسبعون مرّة مثل جرم الأرض. وقد ذكر في هذا الموضع أيضاً أنّ قطر ب ٤١ و
كرة الشمس مثل قطر كرة الأرض خمس مرّات ونصفاً. ونسبة مكعب قطر الشمس إلى مكعب قطر الأرض كنسبة كرة الشمس إلى كرة الأرض. ومكعب قطر الشمس مائة وستة وستون وربع وثمن مرة مثل مكعب قطر الأرض. فيكون جرم الشمس مثل جرم الأرض مائة وستة وستين وربعاً وثمناً. لكنّه كان قد أهمل في قطر الشمس نحواً من ستة وخمسين
ثانية لم يذكرها. ولعلّه ˥ في التكعيب استعملها؛ فلذلك زادت مساحة مكعب قطر الشمس م ٤٨ و
على مكعب خمسة ونصف. وقطر الأرض مثل قطر القمر ثلاث مرّات وخمسي مرّة / بالتقريب ١٤٠ ظ
لأنّه ينقص عن ذلك ثلث دقيقة. فمكعب قطر الأرض تسعة وثلاثون مرة وسدس وعشر، وعنده ربع فقط.

١، ٢ - واحداً: واحد في جميع النسخ.
٢، ٣ - ربعاً وثمناً: ربع وثمن في جميع النسخ.
٤ - جزءاً: جزو في ب. آلاف: ألف في ب و م.
٦، ١٠ - †...†: سقطت في ب.
٧ - فهكذا: فبهذا في م.
٩ - واحداً¹: واحد في م.
٩، ١٠ - واحداً: واحد في ب و م.
١١ - لبطلميوس: بطلميوس في ب.
١٣ - ونصفاً: ونصف في جميع النسخ.
١٥ - ستون: ستين في جميع النسخ.
١٦ - وربعاً وثمناً: وربع وثمن في جميع النسخ.
١٨ - وخمسي: وخمس في م.

١٤٠ ظ

فصل: في كسوف القمر.

ولمّا تبيّن أنّ الشمس أعظم من الأرض، يكون الشكل المحيط بهما مخروطاً رأسه مما يلي الأرض. ولكثافة الأرض وعدم نورها يكون لها ظل، ويكون ظلّها مخروطاً رأسه †مقابل لموضع الشمس†. ولمّا كان مركز الشمس ومركز الأرض في سطح دائرة البروج يكون سهم مخروط ظل الأرض أبداً في الموضع المقابل لموضع الشمس، ورأسه ملتقى الأشعة الشمسية المحيطة بالأرض. وغاية ارتفاع هذا المخروط من مركز الأرض مائتان وثمانية وستون بما به نصف قطر الأرض واحداً. وأبعد أبعاد القمر بهذا المقدار أربعة وستون وسدس.

ولمّا كان نور القمر مستفاداً من نور الشمس، فمتى توسّط بينهما جسم كثيف يقطع السموت المستقيمة التي بين الشمس والقمر منع الجزء من سطح القمر الذي حال الكثيف بينه وبين مسامتة الشمس من الاستضاءة، فيسمّى هذا القسم الذي عُدم النور بهذا السبب منخسفاً. ولما كان القمر إنّما يتحرك آ في سطح مائل عن سطح البروج، وغاية هذا الميل ق٤١ظ أعظم من مجموع نصف† قطري دائرة القمر ودائرة الظل†، لم ينكسف القمر في كل مرة يقابل فيها الشمس، بل متى كان بعده عن سطح البروج أقلّ من نصفي قطريهما ـ وهاتان الدائرتان يتصور حدوثهما من سطح كري مركزه مركز العالم يمرّ بمركز القمر فيحدُث في مخروط ظل الأرض وفي كرة القمر دائرتان على سطح الكرة المذكورة.

وإذا علم ذلك فنقول: إنّ القمر إذا قابل الشمس فإمّا أن يكون له ميل عن سطح البروج أو لا يكون. فإن لم يكن له ميل انخسف كله وكان لخسوفه مكث، ومكثه حينئذ أكثر ما يكون في هذا البُعد المعيّن. وذلك أنّه قد تبيّن أنّ قطر الظل مثل قطر القمر مرتين وثلاثة أخماس مرة.

---

١ ـ فصل: الفصل الثاني والثلاثون في ں.
٣، ٤ ـ †...† ں: «مما يلي الأرض».
٦ ـ المحيطة: المحيط في م. مركز: بسيط في ں. مائتان...وستون: ٢٦٨ في ں، وقد وردت «سبعون» في بر وصححت على الهامش إلى «ستون» مع الإشارة إليها برمز «ل».
٧ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ. أربعة وستون: ٦٤ في ں.
٨ ـ مستفاداً: مستفاد في بر وم.
٩ ـ التي: سقطت في ں.
١١ ـ سطح: فلك في ں. وغاية: سقطت في ں.
١٢ ـ †...† ں: «القطرين ـ أعني قطر دائرة الظل ودائرة القمر»، قطري دائرة الظل ودائرة القمر في م.
١٣ ـ بل: ں تضيف «ينكسف».
١٥ ـ دائرتان: في كل واحد دائرة في ں.

وإن كان له ميل عن البروج، ⌝فإن كان بُعده عنه مثل قطر القمر وأربعة أخماس أو م ٤٨ ظ أكثر لم ينخسف، وذلك أنّ هذا البعد مثل مجموع نصفي القطرين - أعني قطر القمر وقطر الظل. وإن كان بُعده عن سطح البروج أقل من ذلك انخسف. فإن كان البُعد أكثر من أربعة أخماس قطر القمر انخسف بعض القمر. وإن كان البعد أربعة أخماس القطر فقط كان الخسوف تامّاً ولا مكث له، وذلك أنّه عند تكامل إظلام جرمه من المغرب يبتدىء فيسفر من المشرق. وإن كان أقل من ذلك كان له مكث - وأعني بالمكث أن يبقى جرمه زماناً محسوساً مظلماً كلّه.

فأمّا غاية زمان مكثه† ففي الوضع الذي يمرّ به† مركز القمر في وسط زمان الخسوف †بمركز دائرة الظل. فإن كان القمر في ذروة التدوير فإن †غاية زمان كسوفه - اعني منذ تبتدىء تنثلم استدارة نوره إلى حين تمام انجلائه بعد الخسوف - ⌉ وذلك حين تكمل استدارة النور ى ٤٢ و فيه - فيبلغ †ذلك نحواً من† أربع ساعات / مستوية وثلاث دقائق من ساعة مستوية. †وذلك ١٤١ و لأنّ في مثل هذا الزمان يقطع القمر بسبقه ا نب مح وهي مثل قطري القمر والظل في هذا الموضع لأنّ سبقه في اليوم الواحد في هذا الموضع يا ز مز لأنّه يكون في غاية بطئه.

وأما إذا كان القمر في حضيض التدوير فإنّ قطري القمر والظل يكونان درجتين و ز دقيقة و يب ثانية، وسبق القمر في هذا الموضع في اليوم يج يح يز فيقطع القوس المساوية للقطرين هنا في ثلاث ساعات و نز دقيقة. ⌝فتبيّن من ذلك أنّ زمان كسوفه في ذروة م ٤٩ و تدويره أطول من زمان كسوفه في حضيض تدويره بعشر ساعة مستوية†.

ولتكن ذاكراً انّا متى قلنا في قطر أقطار النيّرين أو الظل إنّه كذا، فإنّما نريد بذلك ⌉ متى ى ٤٢ ظ

---

١ - كان بعده: بعده في م.
٣ - كان¹: سقطت في م. انخسف: سقطت في ى.
٥ - إظلام جرمه: اظلامه في ى. يبتدىء فيسفر: «يبتدىء سطحه يسفر» في ى.
٦ - مكث: مكررة في م. يبقى: ينفى في م.
٨ - †...†: ى: «فذلك عندما يكون». به: سقطت في م.
٩ - †...†: ى: «لا ميل له عن فلك البروج أصلاً. وأمّا».
١٠ - تمام انجلائه: «يستكمل فيه النور» في ى.
١١ - نحواً: نحو في بر. †...†: سقطت في ى. وثلاث دقائق: «٣ دقائق ٣٢ ثانية» في ى.
† هنا يبدأ نص مختلف في ى - انظر الملحق ٣.
١٣ - الموضع: الوضع في بر. بطئه: بطؤه في بر، بطوه في م.
١٦ - فتبين: هنا يتغير الخط في م.
١٧ - † هنا ينتهي النص المختلف في ى. انظر الملحق ٣.
١٨ - ذاكراً: ذاكر في بر و م. أو: «و» في ى. فإنّما: إنّما في ى.

١٤١ و

كان القول في أمر يتعلق بالكسوفات الزاوية التي يوتّرها كل واحد منها عند مركز العالم، أو قوساً من الدائرة المخطوطة على مركز العالم وببُعد مركز الشيء المطلوب قطره. وهذه الأقطار ليست هي الأقطار التي نستعملها في مساحة الأجرام، فإنّ تلك إنّما هي خطوط مستقيمة وهي أوتار لهذه القسي.

فامّا الأحوال المعتبرة في الخسوفات التي لا مكث لها †والتي لها مكث فقد سبق ذكرها. وأمّا† المواضع التي تحاذيها هذه الأحوال من الأفق فليس في تقدمة المعرفة بها عظيم فائدة ولا أمرها بمهمّ. وهي مع ذلك مما يعسر ضبطها لكثرة تفننها ودوام تغيّرها فلا تشتغل بذكرها.

فصل: †في كسوف الشمس.†

ولما كان القمر لا نور له من ذاته وكان كثيفاً، كان متى توسّط بين البصر وبين كوكب من الكواكب حجبه عن الابصار. ولمّا تبيّن أن جرمه وهو في أبعد أبعاده يوتر عند مركز العالم زاوية مساوية للزاوية التي يوترها جرم الشمس حيث كانت - إذ كان قدرها في أبعادها المختلفة لا يخالف عند الحس قدرها في بعدها الوسط لكثرة بعدها وقلة خروج مركز حاملها. فأمّا إذا كان القمر في بعده الأقرب من فلك تدويره فإنّ الزاوية التي يوترها هنا تزيد على الزاوية التي يوترها في بعده الأبعد بأربع دقائق، وعلى التي يوترها في بعده الوسط بدقيقتين.

فمن أجل كثافة القمر كان متى توسّط بين الشمس وبين البصر ستر جرم الشمس. وهذه الحالة هي التي تسمى كسوف الشمس. وأعني بالتوسط ههنا أن يكون البصر والقمر

---

٢ - قوساً: قوس في ى.

٥، ٦ - †...†: ى «فهي ثلاثة أحوال: بدو الخسوف وتوسطه وتمام انجلائه. وإن كان للخسوف مكث فخمسة أحوال: بدو الخسوف وهو انثلام استدارة سطح القمر وتمام اظلامه جميعه وتوسط مكثه وبدء اضائه (كذا) وتمام انجلائه. فهذه جملة القول على أحوال الخسوفات القمرية. فأمّا...».

٦ - هذه: في هذه في ى.

٨ - فصل: الفصل الثالث والثلاثون في ى. †...† على هامش ى.

٩ - من ذاته: سقطت في ى. كوكب من: سقطت في م.

١٠ - جرمه: جرم في م.

١١ - إذ: اذا في ب و م. كان: كانت في م.

١٢ - لكثرة بعدها: سقطت في ب و م.

١٣ - الأقرب: لا أقرب في م.

١٥ - الشمس[٢]: تكررت في م.

١٦ - الشمس: سقط مما يلي هذه الكلمة في ى حوالى خمس عشرة صفحة تشمل مادة الفصلين الرابع والثلاثين والخامس والثلاثين.

والشمس على خط واحد مستقيم يقطع جرمي القمر والشمس فيكون المنكسف منها بقدر ما قطع جرم القمر من السموت المستقيمة التي بين البصر وجرم الشمس. فإن قطعها جميعها كان الكسوف تاماً. وليس لكسوف الشمس مكث يعتدّ به، لأنّ المخروط الذي يحيط بجرمي النيّرين يكاد ان يكون واحداً، لأنّ القمر إذا كان ⌝ في حضيض التدوير زاد قطره على قطر م ٤٩ ظ الشمس بأربع دقائق. والقمر يقطع الأربع الدقائق في عشر ساعة تقريباً. فتكون هذه غاية ما يكون من مكث الشمس.

وينبغي أن تعلم أن رأس المخروط الذي / يحيط بالنيرين يجب أن يكون متجاوزاً ١٤١ ظ لموضع البصر نحو مركز العالم ليكون بسيط الأرض قاطعاً لمخروط ظل القمر الذي هو علة كسوف الشمس، فيظلم من بسيط الأرض بقدر ما حصل منه في داخل هذا المخروط؛ وإلاّ لما كان يرى كسوف الشمس تامّاً سوى شخص واحد وهو الذي يتّفق أن يكون واقفاً على النقطة من سطح الأرض التي هي رأس مخروط ظل القمر.

ولمّا كان القمر أسرع سيراً من الشمس ولم يكن جرمه، إذا لم يكن في حضيض تدويره، يوتّر زاوية أعظم من التي توترها الشمس بما له عظيم قدر، لم يكن لكسوفها مكث يعتد به.

وقد تبيّن أن قطر الشمس، بل قطر القمر في أبعد أبعاده أحد وثلاثون دقيقة وعشرون ثانية من قوس تخط عليه ويبعد مركز العالم. ولمّا كان مركز القمر أبداً في سطح الفلك المائل، فمتى اتّفق أن يكون بالرؤية في وقت الاجتماع بالشمس على الفصل المشترك بين سطح المائل وسطح البروج، وتوسّط القمر بين البصر والشمس، فكسفها كسوفاً تامّاً. وإن كان له ميل عن البروج بالرؤية بقدر ما يوتره نصفا قطريهما أو أكثر، لم يكسفها.

ومن خواصّ الكسوفات والخسوفات أنّ المظلم من النيّر يكون أبداً ذا حدبتين، والمستنير منه هلالي الشكل، وأن يكون بدء الإظلام وبدء الانجلاء امّا في جرم الشمس فمن جهة المغرب، وامّا في جرم القمر فمن جهة المشرق. وهذا الاجتماع المرئيّ غير الاجتماع المحسوب بالنسبة إلى مركز العالم؛ فيحتاج في معرفته إلى معرفة اختلافي منظري القمر والشمس. ويُستخرج ذلك من جداول الزوايا فيُنتزع منه ما يلحق القمر من اختلاف المنظر

---

٣ - به: سقطت في م.
٥ - أربع: أربعة في بر و م.
١٥ - ثلاثون... عشرون: ثلثين... عشرين في بر و م.
١٨ - وتوسط: توسط في م. والشمس: وبين الشمس في م.
٢١ - بدء: بدو في بر و م.
٢٢ - جهة: سقطت في م.
٢٤ - فينتزع: فينزع في م وغير منقوطة في بر.

في الطول ⌐ والعرض أو في أحدهما، ونزيده تارة وننقصه أخرى من موضع القمر المحسوب على ما يقتضيه وضعه حالة الاجتماع. فإذا حقق عرض القمر المرئي حالة الاجتماع وكان أقل من نصفي القطرين أو لم يكن له عرض، ستر بعض جرم الشمس أو كلّه فكسفها. م ٥٠ و

وغاية زمان الكسوف الشمسي ساعتان وست دقائق بالتقريب متى كان القمر في الاجتماع في بعده الأبعد من فلك تدويره، لأنّ القمر يسير فيقطع بسبقه قوساً مقدارها ما يوتره قطر النيرين - وهي ا ب م . وغاية زمان كسوفها عند كون القمر في حضيض تدويره ساعة واحدة و نح دقيقة من ساعة. وذلك لأنّ مجموع قطري الشمس والقمر في البعد الأقرب من التدوير ا و ب ، والقمر يسير هذه القوس بسبقه في نحو من ساعة و نح دقيقة من ساعة.

فأمّا أحوال الكسوف الشمسي فثلاثة فقط: وهي بدء الكسوف وتوسطه وتمام انجلائه. ولم يوجد لجرم الشمس ما يكسفه من الكواكب سوى جرم القمر.

وأمّا جرم القمر فليس تحته شيء من الكواكب وإنّما ينخسف بظل الأرض فقط، لأنّ ارتفاع ظل الأرض مائتان وثمانٍ وستون مرة بما به نصف قطر الأرض واحداً. وأبعد أبعاد القمر من مركز العالم - وهو غاية ارتفاعه - أربعة وستون وسدس بما به نصف قطر الأرض واحداً. فلذلك يحاذي القمر في ارتفاعاته مواضع /من مخروط الظل هي أعظم بكثير من جرم القمر لغلظ مخروط ظل الأرض الواقع في فلك القمر، لأنّه قد تبيّن أنّ قطر الدائرة التي في المخروط التي بعدها من مركز العالم مثل أبعد أبعاد القمر مثلان وثلاثة أخماس قطر القمر، وكذلك تبيّن في أقرب قربه. ١٤٢ و

فصل: في حدود الخسوفات القمرية القوسية والزمانية.

ولمّا كان قد تبيّن بالأرصاد المتكررة أنّ نصف قطر القمر في حالتي الاجتماع والاستقبال يوتّر قوساً مقدارها يه دقيقة ⌐ م ثانية متى كان في ذروة تدويره، وإذا كان في حضيض التدوير يكون مقدار ما يوتره يز دقيقة م ثانية. فإنّ الزاوية التي يوترها وهو في بعده م ٥٠ ظ

---

١ - من: على هامش بر.

١٠ - بدء: بدو في م، بدؤ في بر.

١٣ - مائتان وثمان وستون: مائتين وثمانية وستين في بر وم. واحداً: واحد في بر وم.

١٤ - أربعة: غير مقروءة في م.

١٩ - فصل: الفصل الرابع والثلاثون وهو ساقط من ى.

الأوسط من تدويره يو م . وقد استبان أنّ نسبة نصف قطر القمر إلى نصف قطر دائرة مخروط ظل الأرض المقارنة له كنسبة الواحد إلى الاثنين وثلاثة أخماس. وهذه النسبة موجودة بين نصفي القطرين في جميع أبعاده. فأمّا نصفا قطري دائرتي القمر والظل، أمّا إذا كان القمر في بعده الأبعد نو دقيقة كد ثانية، وأمّا في بعده الأوسط فجزء واحد، وأمّا في بعده الأقرب فجزء واحد وثلاث دقائق وست وثلاثون ثانية. وهذه الأبعاد قسيّ من الدائرة العظيمة المارّة بالقمر وقطبي فلكه المائل. فمتى كان القمر في المواضع المذكورة من تدويره وكان بعده عن سطح البروج مثل نصفي القطرين كان جرمه مماساً لدائرة الظل.

وقد تبيّن أيضاً أنّ نسبة بعد مركز القمر عن البروج إلى القوس التي من الفلك المائل فيما بين مركز القمر والعقدة التي تقرب منه في أوقات إمكان الكسوف كنسبة الواحد إلى أحد عشر ونصف بالتقريب. ويظهر ذلك من الجدول الموضوع لعرض القمر. وهذه نسبة قد استعملها بطلميوس مستمرة في القسيّ التي تلي العقدتين - أعني القسيّ التي يقع فيها الكسوف والخسوف. وليس تستمرّ هذه النسبة فيما يلي نهايتي ميل فلك القمر. فإذا ضرب كل واحد من القسي المذكورة في أحد عشر ونصف حصل من ذلك مقدار القوس التي من الفلك المائل التي فيما بين مركز القمر والعقدة حين يماس جرمه دائرة ظل الأرض عند أطراف هذه القسي عن جنبتي العقدتين، وهي المسمّاة بالحدود القوسية للكسوف والخسوف. وهي إمّا للقمر حين يكون في أبعد أبعاده عشرة أجزاء وثمان وأربعون دقيقة وست وثلاثون ثانية. فمتى كان بعده من العقدة أقل من هذه القوس فالخسوف واجب الوقوع، وإذا أضعفنا ⌐هذه م ٥١ و القوس بلغت كا لزيب، وحين يكون في أحد بعديه الأوسطين من جهة التدوير أحد عشر جزءاً ونصف، وضعفها كج. وأمّا حين يكون في بعده الأقرب من التدوير فاثنا عشر جزءاً واثنتا عشرة دقيقة وعشر ثواني. وإذا أضعفت هذه القوس بلغت كدكد ك - وهو أعظم قوس يكون عن جنبتي العقدتين لا يقع في قوس أعظم منها كسوفان قمريّان. وهذه الحدود الأخيرة هي / التي متى كان مركز جرم القمر المقوّم عند المقابلة فيما بين إحدى العقدتين وبينها ١٤٢ ظ أمكن الخسوف، ومتى كان عليها أو كان فيما بين إحدى النهايتين وبينها لم ينخسف. وإذا أسقطنا هذه القوس الأخيرة المضعفة من قف كان الباقي هو مقدار كل واحد من القوسين اللتين يتوسطهما نهايتي ميل القمر - أعني التي لا يقع فيها كسوف - وهي بحسب كونه في بعده الأقرب قنه له م .

---

١ - نسبة: نسبت في م.
١٦ - ثمان: ثمانية في بر و م. ست: ستة في بر و م.
١٨ - كا : ك في بر و م. الأوسطين: الأسطين في م.
٢٠ - اثنتا عشرة: اثنا عشر في بر و م. عشر: عشرة في بر.
٢٦ - له : كه في بر.

فهذه حدود الكسوفات القمرية بحسب مواضع القمر بالحقيقة. وأمّا بحسب الحركة الوسطى ووضعه من الشمس فقد تكون زائدة على هذه في بعض الاتصالات بسبب اختلاف مسير النيرين أو أحدهما. وفي تقديم المعرفة بذلك فائدة عظيمة فلا نخلي هذا الكتاب منها.

فنقول: إنَّ القمر متى كان في ذروة تدويره أو حضيض تدويره وكانت الشمس في أوجها أو الحضيض، وافق اتصالهما الحقيقي اتصالهما الوسط، فتكون الحدود المذكورة كافية في ذلك. وان كان إمّا القمر أو الشمس في أحد بعديه الأوسطين أو كليهما فإنَّ الحدود بحسب الاجتماع بالوسط تكون أكثر من الحدود المذكورة. فإن كانا في بعديهما الأوسطين معاً وكان مسيرا الشمس والقمر الحقي إما زائدين معاً على مسيريهما الأوسطين أو ناقصين عنهما أو أحدهما زايداً والآخر ناقصاً بقدر غاية التعديل التي تلحق كل واحد من الشمس والقمر، ففي هذه الحالة تكون الزيادة في الحدود أي البعد من العقدتين أعظم ما تكون. فإن كان التعديل الذي يلحق من جهة الشمس وحدها فإنه يجب أن يزاد على تعديلها مبلغ ما تسيره الشمس إلى حين يقارنها القمر، وذلك جزء من اثني ⌐ عشر جزءاً من تعديل الشمس، ثم يزاد الجميع على الحدود المذكورة فتصير الحدود التي لا يلحق القمر فيها الخسوف أمّا حين يكون القمر في ذروة تدويره والشمس في غاية تعديلها ثلاثة عشر جزءاً و كج دقيقة و لو ثانية، وأمّا إذا كان القمر في بعده الأقرب فأربعة عشر جزءاً و مو دقيقة و كد ثانية. وأمّا إذا كان التعديل الذي يلحق من جهة القمر وحده فيزاد على حده الأوسط نصف السدس من تعديل القمر، وهو مقدار مسير الشمس إلى حين الاجتماع الحقي، وهو كه دقيقة ا ثانية. وأمّا إذا كان القمر في أحد بعديه الأوسطين والشمس كذلك يكون التعديل الذي أحدهما زائد والآخر ناقص. ففي هذه الحال يكون البعد بين مركزي جرمي النيرين أعظم قوس توجد بين مركزيهما، وهي مجموع تعديل الشمس والقمر، وذلك سبعة أجزاء وأربع وعشرون دقيقة. فيجب أن يزاد على تعديل الشمس نصف سدس التعديلين معاً، وهو مقدار ما تسير الشمس من حين المقارنة بالوسط إلى حين المقارنة بالحقيقة، † وهي سبعة أجزاء وأربع وعشرون دقيقة، وإلى أن يقطع القمر هذه الأجزاء تسير نصف سدسها†، وذلك سبع وثلاثون دقيقة. فإذا أضيفت هذه الدقائق على غاية تعديل الشمس بلغت الجملة ثلاثة م ٥١ ظ

٦ ـ اما: سقطت في بر. كليهما: كلاهما في بر وم.
٨ ـ مسيراً: مسير في بر. مسيريهما: مسيرهما في بر وم. عنهما: عنها في بر وم.
٩ ـ زايداً: زائد في م.
١٢ ـ جزءاً: جزاء في بر، جزا في م.
١٤، ١٥ ـ جزءاً: جزا في بر وم.
١٩ ـ ناقص: ناقصاً في بر وم.
٢٠ ـ أجزاء: اجزا في بر وم. أربع: أربعة في بر وم.
٢٢، ٢٣ ـ † . . . † على هامش بر.
٢٤ ـ سبع: سبعة في بر وم.

أجزاء. وإذا أضيف ذلك إلى حد القمر وهو في أحد بعديه الأوسطين /بلغ ذلك أربعة عشر ١٤٣ و جزءاً ونصفاً. وأمّا القمر في أبعد أبعاده فثلاثة عشر جزءاً وخمس جزء بالتقريب.

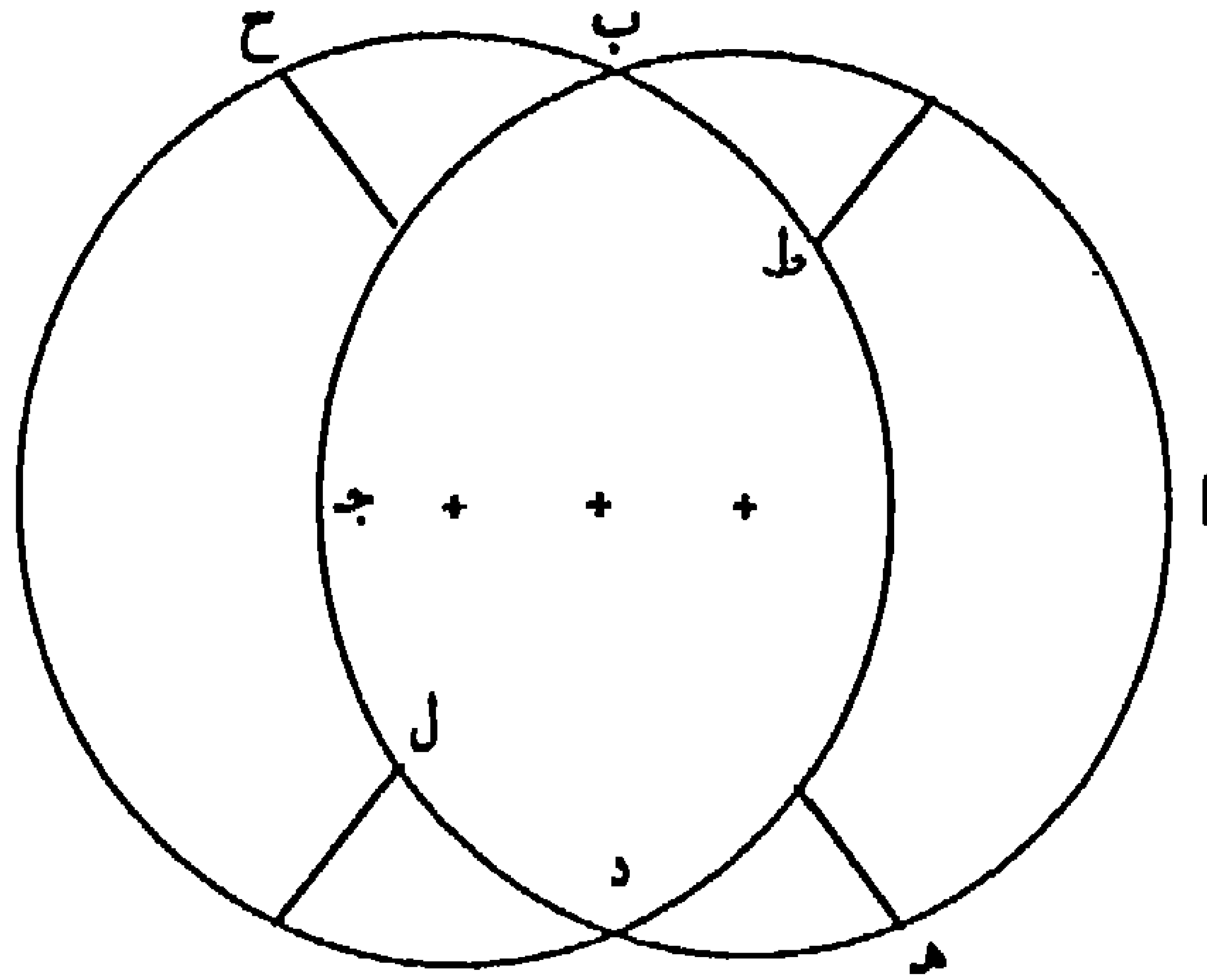
فأمّا غاية التعديل التي من قبل النيّرين فلا تجتمع مع عظم القطرين أصلاً. وقد جمع بينهما بطلميوس حين بيّن هذه الحدود. فعلى هذا يكون أعظم الحدود بعداً من العقدة، وهي التي يكون القمر فيها في بعده الأقرب والشمس في بعدها الأوسط، وهو أربعة عشر جزءاً وست وأربعون دقيقة وأربع وعشرون ثانية. فتكون القوسان اللتان عن جنبتي ⌐النهايتين التي م ٥٢ و لا يقع فيها خسوف ماية وخمسون جزءاً وثمان وعشرون دقيقة بالتقريب. والقوسان اللتان يمكن أن ينخسف فيهما، وهما تمام نصفي الدائرة عن جنبتي كل واحد من التقاطعين، تسعة وعشرون جزءاً واثنتان وثلاثون دقيقة واثنتان وأربعون ثانية. ويلزم من ذلك أنه متى فضل لمركز التدوير في حركة العرض على الدورة أو الدورات عند مقابلة الشمس بالمسيرين الأوسطين قوس يكون في أولها خسوف قمري، ويكون مبلغها أقل من لط لب م أو أكثر من قن كح وأقل من يط لب أو أكثر من شل لح وأقل من شس جزءاً فإنه يمكن أن يكون للقمر في تلك المدة خسوف ثان في آخرها. وإن كانت الفضلة أكثر من كط لب وأقل من قن كح أو أكثر من يط لب وأقل من شل لح فإنّه لا يكون له خسوف ثانٍ في تلك المدة. فهذه الحدود التي تكون من جهة القسيّ.

فأمّا الحدود التي ينبغي أن تكون من جهة ما بينهما من الزمان، فهي ما نذكره، فإنّ ذلك ممّا تنفع تقدمة علمه - أعني معرفة الزمان الذي يمكن أن يقع في طرفيه خسوفان للقمر - لأنّا متى علمنا ذلك وعلمنا بوقوع خسوف من خسوفات القمر فلا يحتاج إلى البحث عن أحوال القمر في الاتصالات التي بعده - أعني التي لا يمكن فيها خسوف ثانٍ فنقول:

إنّ أقلّ زمان يمكن أن ينخسف القمر في طرفيه هو خمسة أشهر قمرية عظمى، ويمكن

---

١ - اجزاء: اجزا في بر وم.
٢ - ونصفاً: ونصف في بر وم.
٥ - جزءاً: جزا في بر وم.
٦ - «ست... وأربع»: «ستة... وأربعة» في بر وم. هنا أيضاً ينتهي البياض الذي ترك في أعلى صفحة ١٤٣و من بر ليملأ بالرسم الوارد في أسفل ص. ٥١ ظ من م وقد كتب عليه: «متأخر عن موضعه يجب تقديمه». [أنظر الشكل رقم ٩].
٧ - جزءاً: جزا في بر وم. ثمان: ثمانية في بر وم.
٩ - اثنتان وثلاثون: اثنان وثلاثون في بر وم. اثنتان: اثنان في بر اثنا في م.
١٠ - العرض: الأرض في م.
١١ - قوس: قوساً في بر وم.
١٣ - خسوف: خسوفاً في بر وم وكأن م نقلت عن بر التي صححت خسوفان إلى خسوفا ثان دون اعراب خسوف. كانت: كان في م.
١٤ - خسوف: خسوفاً في بر وم.



[الشكل ٩]

أيضاً في ستة أشهر مطلقة، ولا يمكن ذلك في سبعة أشهر ولو كانت صغرى. وبيان ذلك امّا في الشهر الواحد القمريّ الوسط وهو تسعة وعشرون يوماً وإحدى وثلثون دقيقة وخمسون ثانية وثماني ثوالث من يوم، فإنّ الشمس تسير فيه بالوسط تسعة وعشرين جزءاً وعشر جزء و كج ثانية. وكذلك فضلة مركز تدوير القمر على الذروة في الطول التي أولها نقطة الاجتماع السابق. ويسير فيه القمر بفلك تدويره خمسة وعشرين جزءاً /ونصفاً وثلث جزء. فإذا اتفق أن ١٤٣ ظ يكون مسير الشمس في هذا الزمان عن جنبتي البعد الأبعد وثَمَّ أقل مسيرها المرئي، وكان مسير القمر عن جنبتي البعد الأقرب من فلك تدويره وثَمَّ أعظم مسيره المرئي فإنّ مسير الشمس الحقّي حينئذٍ ينقص عن مسيرها ⌐الوسط بجزء واحد وثماني دقائق. وأمّا مسير القمر م ٥٢ ظ الحقّي فيزيد على مسيره الوسط بجزئين وثمان وعشرين دقيقة ومجموعهما ثلاثة أجزاء و لو دقيقة. فإذا أخذ من المجتمع نصف سدسه، وهو مقدار ما تقطعه الشمس بسيرها إلى حين الاتصال الحقيقي، وزيد ذلك على الاختلاف الذي من قبل الشمس، بلغ جزءاً واحداً وستاً وعشرين دقيقة. وذلك أعظم ما ينقص الاجتماع الحقيقي عن الاجتماع بالوسط في الشهر

٢ ـ إحدى: احد في بر و م.
٣ ـ ثماني: ثمان في بر و م. يوم: موم في بر، موم في م. وعشرين: وعشرون في بر و م.
٥ ـ جزءاً: جزاءً على هامش بر، جزا في م. نصفاً: نصف في بر و م.
٦ ـ وثَمَّ: وتم في م.
٧ ـ وثَمَّ: ثَمَّ في بر.
٨ ـ ثماني: ثمان في بر و م.
١١ ـ ستاً: ستة في بر و م.

القمري. وإذا نقص ذلك من حركة القمر في العرض في الشهر القمري الوسط، وهي ثلاثون جزءاً و م دقيقة يبقى من الحركة في العرض تسع وعشرون درجة وأربع عشرة دقيقة وهي أعظم من كل واحد من القوسين اللتين تتوسطهما إحدى العقدتين في الاتصالين الحقيقيين، لأنّ غاية تلك القوس إذا كان القمر في أسفل تدويره تكون كد كب مح أقلّ من كل واحدة من القوسين اللتين تتوسطها النهايتان، وهي قن كز يب. فلا يمكن أن ينخسف القمر في شهر واحد خسوفين. وبمثل ذلك يتبيّن أنّه لا ينخسف في شهرين وثلاثة وأربعة أشهر لأنّ فضلة المسير في العرض تكون أعظم من كد كب مح وأقل من قن كح، فلا يقع فيها خسوفان.

فأمّا في خمسة أشهر عظمى فيمكن أن يقع في طرفيها خسوفان قمريان ـ وأعني بالخمسة الأشهر العظمى التي يكون زمانها زائداً على خمسة أشهر وسطى بغاية ما يمكن من الزيادة ـ وذلك حين تكون امّا فضلة مسير القمر في هذه المدة على الدوائر التامة من فلك تدويره عن جنبتي البعد الأبعد ليكون مبطىء السير وامّا مسير الشمس فيكون مسيرها عن جنبتي البعد الأقرب لتكون مسرعة. وإنّما قصدنا أن تكون هذه الأجزاء عن جنبتي ذروة التدوير ليكون مسير القمر في هذه الأشهر الخمسة أبطأ ما يكون في مثلها متى كانت هذه القوس الفاضلة لا تتوسطها الذروة. ومن ههنا يفهم معنى الأشهر الصغرى إذا أخذ الأمر بالعكس. وذلك أنّ الشمس تتحرك بالوسط في خمسة أشهر وسطى، وهي التي أيامها مائة وسبعة وأربعون †يوماً و لط دقيقة من يوم. فيقطع من فلك البروج مائة وخمسة وأربعين† جزءاً وثلثا ⌝وخمس جزء. م ٥٣ و
ومثل ذلك يفضل لمركز تدوير القمر، ويفضل للقمر في فلك تدويره بحركته الخاصة في هذا الزمان مائة وتسعة وعشرون جزءاً وخمس دقائق.

وهذه القسيّ إمّا التي في الشمس، فمتى اتفق أن تكون حركتها عن جنبتي البعد

---

٢ ـ جزءاً: جزا في بر و م. تسع: تسعة في بر و م. أربع: اربعة في بر و م.
٣ ـ إحدى: احد في بر و م.
٥ ـ النهايتان: النهايتين في بر وم.
٦ ـ ذلك: هذا السبيل في م.
١١ ـ المدة: سقطت في بر.
١٦ ـ سبعة: سبع في م. أربعون: سقط سطر مما يلي هذه الكلمة في م والسطرين في بر يبتدآن بهذه الكلمة.
١٧ ـ اربعين: أربعون في بر. هنا ينتهي السطر الساقط في م. جزءاً: جزاء في بر، جزا في م. وثلثاً: ثلث في بر و م.
١٨ ـ ومثل: مثل في بر.
١٩ ـ جزءاً: جزا في بر و م.

الأقرب، فإن حركتها الحقيقية تزيد على الحركة الوسطى/ بأربعة أجزاء ولو دقيقة، وأما التي ١٤٤ و في القمر فمتى كانت عن جنبتي البعد الأبعد من فلك تدويره نقصت من حركته الحقيقية عن الوسطى ثمانية أجزاء وثلثا جزء. فيكون موضعه الحقّي مقصّراً عن موضع الشمس الحقّي حين يجتمعان بالوسطين بمجموع هذين الاختلافين، وهي يج يح . فإذا أخذنا نصف سدس ذلك، وهو قدر مسير الشمس إلى حين يلحقها القمر بسبقه، كان جزءاً واحداً وعشر جزء. وإذا زيد ذلك على الاختلاف الذي من قبل الشمس حصل خمسة أجزاء ونصف وربع جزء بالتقريب. وإذا زيد ذلك على حركة القمر في العرض في الخمسة الأشهر وهي مائة وثلاثة وخمسون جزءاً وعشرون دقيقة بلغ ذلك مائة وتسعة وخمسين جزءاً وخمس دقائق. لكن كلّ واحد من القوسين اللتين تتوسطهما كل واحدة من النهايتين التي هي أصغر من نصف دائرة ـ أعني التي إذا نقصت الحركة في العرض عنها وكان القمر في بعده الأبعد من التدوير لا يقع للقمر فيها خسوفان ـ مبلغها مائة وثمانية وخمسون جزءاً وثلث جزء. وأمّا كل واحدة في بُعد القمر الوسط فمائة وسبعة وخمسون جزءاً. لكن القوس التي فضلت للقمر في المسير في العرض في الخمسة الأشهر العظمى مائة وتسعة وخمسون جزءاً وخمس دقائق وهي تزيد على انقص الحدود بنصف وربع جزء إذا كان القمر في أعظم أبعاده. ويفضل عليها إذا كان القمر في بعده الأوسط بجزئين وخمس دقائق. وفي هذا الحال يكون القمر فيما بين ذروة التدوير والبعد الأوسط، فيزيد قوس العرض على قوس الحد الأصغر من نصف وربع جزء. وفي هذا الفرض يكون القمر فيما بين الذروة والبعد الوسط. فحدّ الكسوف في هذا الحال فيما بين الحدّ الأوسط والحدّ الأصغر. وهذه القوس أيضاً تنقص عن القوس العظمى التي هي مائتا جزء وثلاثة ⌈أجزاء، وهي التي اذا زادت حركة العرض عليها لا يكون للقمر فيها خسوفان م ٥٣ ظ أيضاً.

فقد تبيّن أنّه يمكن أن يقع للقمر خسوفان في مدة خمسة أشهر عظمى قمرية ويكون الخسوفان في جهة واحدة عن فلك البروج، وذلك بأن ينكسف القمر في الاستقبال الأول وهو منصرف عن إحدى العقدتين وقد بعُد عنها بعداً صالحاً، وفي الثاني قبل أن يبلغ العقدة

١، ٢ ـ الحقيقية: الحقيقة في م.

٦ ـ أجزاء: اجزا في ب‍ر و م.

٨ ـ جزءاً: جزاء في ب‍ر.

٩ ـ واحدة: واحد في م.

١١ ـ جزءاً: جزاء في ب‍ر، جزا في م.

١٢ ـ سبعة: سبع في م. جزءاً: جزا في ب‍ر و م.

١٣ ـ جزءاً: جزا في ب‍ر و م.

١٥ ـ خمس: خمسة في م.

١٨ ـ القوس: القوسى في م.

الأخرى على الصفة. ومن البيِّن أنّه لا يكون فيهما كسوف تام لأنَّ زيادة المسير في العرض إنما هي أقل من جزئين ونصف.

وأمَّا في ستة أشهر مطلقة فيمكن فيها خسوفان قمريان. وذلك أنَّ في ستة أشهر وسطى، وهي من الأيام قعز يوماً وعشر يوم ونصف سدس يوم، تسير الشمس، ويفضل لمركز التدوير فيها قعد لح، ويفضل للقمر في تدويره بحركته الخاصة قيد يد ويفضل له في حركة العرض قفد ا كه. فلأن الاجتماع / الحقّي موافق للوسط فظاهر أنَّ هذه القوس ١٤٤ ظ أعظم من القوس التي هي أصغر من نصف دائرة ـ أعني التي متى نقص المسير في العرض عنها لا يكون للقمر خسوفان ـ وأصغر من القوس التي هي أعظم من نصف دائرة، وهي التي متى كان المسير في العرض مثلها أو زائداً عليها لا يكون للقمر كسوفان.

وإن كانت الستة الأشهر عظمى ـ وذلك حين يتفق أن يكون مسير الشمس في هذه المدة عن جنبتي البعد الأقرب والقمر في سيره الخاص عن جنبتي البعد الأبعد ـ فإنَّ مسير الشمس الحقّي يزيد على مسيرها الوسط أربعة أجزاء ونصفاً وربعاً، وينقص مسير القمر الحقّي عن مسيره الوسط بتسعة أجزاء وخمس وسدس جزء. وإذا أخذ من مجموعهما نصف سدسه وهو قدر مسير الشمس إلى حين يقابلها القمر، وذلك جزء واحد وسدس تقريباً، وزيد ذلك على الاختلاف الذي من جهة الشمس بلغ خمسة أجزاء وثلثي جزء وربع جزء. فإذا زدنا ذلك على حركة العرض بلغت الحركة في العرض في ستة أشهر عظمى مائة وتسعة وثمانين جزءاً وستاً وخمسين دقيقة، وهي أعظم من القوس الصغرى وأصغر من القوس العظمى المقدم ذكرها.

فيمكن الخسوف أيضاً في الستة الأشهر العظمى مرتين، وإن كانت الشهور م ٥٤ و الصغرى، وذلك حين يتفق أن يكون مسير الشمس عن جنبتي البعد الأبعد والقمر عن جنبتي البعد الأقرب، زاد موضعه الحقّي على موضعه الوسط عشرة أجزاء، ونقص موضع الشمس الحقّي عن موضعها بالوسط أربعة أجزاء ونصفا وربعاً وتكون الستة الأشهر صغرى. فإذا زيد نصف سدس ذلك على الاختلاف الذي من جهة الشمس ونقص ذلك من حركة القمر في العرض بقي للقمر في العرض مائة وتسعة وسبعين جزءاً، وهي أيضاً أعظم من أصغر

---

٥ ـ قيد يد : قتد تد في بر وم.
٩ ـ زائداً: زائد في م.
١٢ ـ مسيرها: مسيره في بر.
١٢، ١٥ ـ أجزاء: اجزا في بر و م.
١٥ ـ ونصفاً وربعاً: نصف وربع في بر وم.
١٧ ـ جزءاً: جزا في بر و م، وستاً: وستة في بر و م.
٢١ ـ اجزاء: اجزا في بر و م.
٢٢ ـ ونصفاً وربعاً: نصف وربع في بر و م.

القوسين المذكورين، وأصغر من أعظمهما. فقد تبيّن أنّ القمر يمكن أن يكون له خسوفان في ستة أشهر على الإطلاق.

وامّا أنّه لا يقع للقمر خسوفان في سبعة أشهر ولو كانت صغرى فذلك يتبيّن ممّا اصف: لمّا كانت حركة الشمس الوسط في سبعة أشهر وسطى التي أيامها ر و مج دقيقة في فلك البروج مائتي جزء وثلاثة أجزاء ونصفاً وربعاً. ومثل ذلك يفضل لمركز تدوير القمر ويفضل له في فلك التدوير في هذه المدة مائة وثمانون جزءاً وثلث وأربعون دقيقة. وإذا كان مسير الشمس في هذه الأجزاء عن جنبتي البعد الأبعد نقص مسيرها الوسط عن مسيرها المقوّم أربعة أجزاء ونصفا وخمسا، وإذا كان مسير القمر عن جنبتي البعد الأقرب من تدويره زادت حركته الحقّية على حركته الوسطى تسعة أجزاء وثمانياً وخمسين دقيقة. فيكون الاجتماع الحقي للقمر مع الشمس سابقاً للاجتماع الوسط بأربعة عشر جزءاً وثلثي جزء. وإذا زيد نصف /سدس مجموعهما على الاختلاف الذي من جهة الشمس بلغ خمسة أجزاء وخمساً وخمسين دقيقة ١٤٥ و
وثلثاً. والقمر يتحرك في العرض في هذا الزمان فيفضل له عن الأدوار مائتا جزء وأربعة عشر ونصف وخمس جزء. وإذا نقص منها التعديل المحصّل من جهة الشمس بقي من حركته مائتا جزء وثمانية أجزاء وسبع وأربعون دقيقة. وإنّما نقص التعديل الذي من جهة الشمس من حركة العرض لأنّ الاجتماع الحقّي سابق ⌐على الاجتماع بالوسطين بتلك الأجزاء بعينها. م ٥٤ ظ
فيبقى المسير في العرض اعظم من القوس التي هي أعظم من نصف دائرة، وهي مائتا جزء وأربعة أجزاء وثلاث وعشرون دقيقة. وامّا متى كانت الشهور وسطى أو عظمى فبالطريق الأولى ـ أعني التي متى بلغها القمر بمسيره في العرض أو تجاوزها لم يقع له خسوفان ـ وأصغر من القوس التي إن تجاوزها حصل له خسوفان، وهي ثلاثمائة وخمسة وثلاثون جزءاً وست وثلاثون دقيقة.

---

٤ ـ وسطى: م تضيف «الوسط». ر و مج : على هامش بر: «مائتا يوم وستة أيام وثلثين ونصف وعشر [اقرأ: نصف عشر]».

٥ ـ جزء: جزؤ في بر. أجزاء: اجزا في بر و م. ونصفاً: ونصف على هامش بر وكذا في م. ربعاً: ربع في بر و م.

٦ ـ ثمانون: ثمانين في بر و م. ثلث وأربعون: ثلثا وأربعين في بر و م.

٨ ـ اجزاء: اجزا في بر و م. نصفاً وخمساً: نصف وخمس في بر و م.

٩ ـ أجزاء: اجزا في بر و م. ثمانياً: ثمانية في بر و م.

١٠ ـ للاجتماع: الاجتماع في م. جزءاً: جزا في بر و م.

١١ ـ اجزاء: اجزا في بر و م. خمساً: خمسة في بر و م.

١٢ ـ وثلثاً: وثلث في بر و م. مائتا: مائتي في بر و م.

١٤ ـ اجزاء: اجزا في بر و م. سبع وأربعون: سبعة وأربعين في بر و م.

١٧ ـ اجزاء: اجزا في بر و م. وثلاث: وثلثة في بر و م.

١٨ ـ بمسيره: مسيره في بر و م.

١٩ ـ وخمسة: وخمس في م. ست: ستة في بر و م.

فقد تبيّنَ أنَّ القمر لا يمكن أن يكون له خسوفان في سبعة أشهر صغرى. ومن البيّن أنه لا يمكن أن يكون له في أكثر من ذلك إلى آخر الشهر العاشر. ومتى حصل في آخر الخامس خسوف امتنع أن يقع في آخر العاشر خسوف ثالث، والأمر في ذلك ظاهر. ومتى سلكنا الطريق التي تقدمت، وذلك أنَّ المدة التي تكون بين الخسوف الأوَّل والثاني متى كانت خمسة أشهر فلا بُدَّ أنَّ تكون شهوراً عظمى، فلا تكون الخمسة الأشهر التي تليها عظمى، فلا يقع في الشهر خسوف ثالث، ويمكن في الشهر الحادي عشر، ولو كانت الستة الأشهر الأخيرة صغرى. وبالعكس من ذلك، وهو أن يكون بين الخسوفين الأولين ستة أشهر. ومن البيّن أنّه يمكن في الشهر الثاني عشر خسوف ثالث.

فهذه جملة القول على الخسوفات القمرية وحدودها في المسيرات المقوّمة والوسطى في القسيّ وفي الشهور. وفائدة ذلك أنَّ الباحث عن وجود الخسوف لا يحتاج إلى البحث عنه في جميع الاتصالات †بل يبحث عنه في الاتصالات† الممكنة فيمتحنها دون غيرها.

فصل: في حدود كسوفات الشمس القوسيَّة.

وقد تقدّم بطلميوس فبيّن في فصل دَ من مقالة وَ برصدين كان القمر فيهما قريباً من حضيض التدوير: أحدهما سنة خمسمائة وأربع وسبعين من عهد بخت نصر، والثاني في سنة ستمائة وسبع لبخت نصر. الأول منهما رصداً كان بالاسكندرية ⌐وكان المنكسف من قطره م ٥٥ و
من ناحية †الشمال ثلثه وربعه. والثاني كان بجزيرة رودس، وكان المنكسف من قطره من ناحية† الجنوب ربعه. وكان بعده من سطح البروج من الدائرة العظيمة التي تمرّ بمركزه ومحور

---

٢ ـ آخر: اجزا في م.
٣ ـ ثالث: الثالث في م. ومتى: متى في م.
٥ ـ شهوراً: شهور في بر و م.
١١ ـ †...†: سقطت في م.
١٢ ـ فصل: الفصل الخامس والثلاثون ساقط من بر.
١٣ ـ فصل دَ: كذا في با ص. ١١٣ ظ ـ ١١٤ و، وهو الفصل الخامس في نسخة الحجاج مب ٧٤٧٤ ص. ١٥٩ وما يلي وليدن ٦٨٠ ص. ٩١ ظ.
١٤ ـ في: منه في م.
١٥ ـ ستمائة وسبع: كذا في نسخة الحجاج مب ٧٤٧٤ ص. ١٦٠ و وطبعة هايبرغ ص.٤٧٨، ستمائة وسبع وستين في بر و م وبا١١٤ و.
١٦، ١٧ ـ †...† على هامش بر. ثلثه: ثلث في م. النص كما في نسخة اسحاق ـ ثابت: «وكان أكثر ما قد انكسف منه مما يلي الشمال سبعة أصابع» با ١١٤ و.
١٧ ـ ربعه: با ١١٤ و: «ثلاثة أصابع».

فلكه المائل أمّا في الكسوف الأول فثلاثاً وأربعين دقيقة وثلاث ثواني، وبعده من البروج في المرّة الثانية أربعاً وخمسين دقيقة ونصفاً وثلثاً، والفضل بينهما في البعد /عن البروج فإحدى ١٤٥ ظ عشرة دقيقة وسبعاً وأربعين ثانية. والفضل بين ما أظلم من قطر القمر في الكسوفين ثلث قطره. فقطر القمر يوتر من هذه الدائرة العظيمة ـ أعني القائمة على فلكه المائل ـ خمساً وثلاثين دقيقة وثلثاً بالتقريب متى كان في أقرب قربه من فلك تدويره في الاجتماع والاستقبال. وحينئذ يكون مركز التدوير في أبعد بعده بالتقريب. فظاهر في هذه الحال أنّ نصف قطر دائرة الظل المساوية في البعد عن مركز العالم لمركز القمر حالة الرصد هو بعد مركز القمر عن البروج في الكسوف الثاني منقوصاً منه ربع قطر القمر† وذلك ست وأربعون دقيقة. وظاهر أنّه أكثر من مثلين وثلاثة أخماس نصف قطر القمر†، وهو سبع عشرة دقيقة وثلثا دقيقة بما لا يعتدّ به.

وقد تبيّن أن نصف قطر الشمس خمس عشرة دقيقة وثلثا دقيقة لأنّه مساوٍ لقطر القمر في أعظم أبعاده، ومجموعهما ثلاث وثلاثون دقيقة وثلث.

لكن من البلدان التي في وسط الإقليم الأول، وهي التي تحت الدائرة المارّة بجزيرة ماروه من بلاد الهند حيث يكون النهار الأطول ثلاث عشرة ساعة مستوية إلى البلاد التي تحت الدائرة المارّة بمغايض نهر ثورساتس حيث يكون أطول النهار ست عشرة مستوية ـ وهي البلدان التي في وسط الإقليم السابع ـ فأكثر ما يكون للقمر من اختلاف المنظر أمّا في جهة الشمال في العرض، وهو في أقرب قربه ⌐من تدويره، بعد أن يسقط من ذلك اختلاف منظر م ٥٥ ظ الشمس ثماني دقائق بالتقريب ـ يعني في الإقليم الأول ـ وأمّا في جهة الجنوب فثمان وخمسون دقيقة ـ يعني في الإقليم السابع.

---

١ ـ فثلاثاً: فثلاث في جميع النسخ.

٢ ـ أربعاً وخمسين. . . ونصفاً وثلثاً: «أربعة وخمسون. . . ونصف وثلث» في بر و م. إحدى عشرة: أحد عشر في بر و م.

٣ ـ سبعاً: سبعة في بر. والنص من با ١١٤ ظ.

٤، ٥ ـ خمساً وثلاثين: خمسة وثلثون في بر و م.

٥ ـ وثلثاً: وثلث في بر و م.

٨ ـ ست: ستة في بر و م.

٨، ٩ ـ † . . . † : مكررة في م.

٩ ـ سبع عشرة: سبعة عشر في بر و م.

١٠ ـ بما لا: بالا في م.

١١ ـ خمس عشرة: خمسة عشر في بر و م.

١٢ ـ ثلاث: ثلثة في بر و م.

١٤ ـ ماروه: «مروش» مب ٣٣ظ، «ما روي» با ٢١ ظ. ثلاث عشرة: ثلثة عشر في بر، ثلث عشر في م.

١٥ ـ ثورساتس: برسيانُس مب ٣٥ ظ بورسنانس با ٢٣ و. ست عشرة: ستة عشر في بر و م.

١٨ ـ ثماني: ثمان في بر و م. فثمان وخمسون: فثمان وخمسين في بر، في مان وخمسين في م.

وأكثر ما يوجد للقمر من اختلاف المنظر في الطول امَّا متى كان اختلاف منظره في الشمال الثماني دقائق فثلاثون دقيقة ـ وذلك في برجي الأسد والجوزاء، وأمَّا متى كان اختلاف منظره في الجنوب الثماني وخمسين دقيقة فخمس عشرة دقيقة بالتقريب ـ ويوجد ذلك في برجي العقرب والحوت.

إذا اتفق أن يكون اختلاف منظر القمر في العرض، وهو في أقرب بعده ـ أعني إذا كان في حضيض التدوير في جهة الجنوب ـ أكثر ما يكون في العرض، وهو الثماني والخمسون دقيقة، وفي الطول الخمس عشرة دقيقة ـ وهذا الحال يتفق له في وسط الإقليم السابع في المواضع التي عرضها ثمانية وأربعون جزءاً واثنان وثلاثون دقيقة حيث يكون النهار الأطول ست عشرة ساعة مستوية ـ فإذا جمعنا نصفي قطري النيرين وزدنا على ذلك غاية ما يكون من اختلاف المنظر في الجنوب، وذلك ثمان وخمسون دقيقة، بلغ ذلك جزءاً واحداً وإحدى وثلاثين دقيقة وثلثاً. فإذا ضربناه في أحد عشر جزءاً ونصف كان ذلك سبعة عشر جزءاً ونصفا. وذلك هو البعد من إحدى / العقدتين في الشمال. فإذا أضيف إلى ذلك الخمس ١٤٦ و عشرة دقيقة التي تلحق القمر في الطول كان بعده من العقدة سبعة عشر جزءاً ونصفاً وربعاً. وحينئذ يكون جرما النيِّرين مماسَّين للخط المستقيم المارّ بهما وبالأبصار. وإذا كان اختلاف منظر القمر للعرض في الشمال ثماني دقائق فإنَّ بعده من البروج يكون إحدى وأربعين دقيقة وثلثا ـ وهو مثل مجموع نصفي القطرين مع اختلاف المنظر. فحينئذ يكون بعده من إحدى العقدتين في جهة الجنوب سبعة أجزاء وخمساً وخمسين دقيقة وثلثاً. وإذا أضيف إليها اختلاف منظر القمر في الطول، وهو ثلاثون دقيقة بلغ بعده من إحدى العقدتين في الجنوب ثمانية أجزاء وخمساً وعشرين دقيقة ـ وذلك حين يكون الخط ⌉المستقيم الخارج من الابصار مماساً م ٥٦ و لجرمي النيرين معاً. وهذان الأمران إنما يعرضان لجرمي النيرين على هذه الجهة في وسطي

٢ ـ الثماني: الثمانية في بر وم. وأمَّا: امَّا في م.
٣ ـ الثماني: الثمان في بر وم. خمس عشرة: خمسة عشر في بر وم.
٦ ـ الثماني: الثمان في بر وم.
٧ ـ الخمس عشرة: الخمسة عشر في بر وم.
٨ ـ جزءاً: جزاءً في بر، جزا في م. الأطول: الطول في م.
٩ ـ ست عشرة: ستة عشر في بر وم.
١٠ ـ جزءاً: جزاء في بر، جزا في م. إحدى: أحد في بر وم.
١٢ ـ نصفاً: نصف في بر وم. وذلك: ذلك في م.
١٢، ١٣ ـ الخمس عشرة: الخمسة عشر في بر وم.
١٣ ـ نصفاً وربعاً: نصف وربع في بر وم.
١٥ ـ ثماني: ثمان في بر وم. إحدى: أحد في بر وم.
١٦ ـ ثلثا: ثلث في بر وم.
١٧ ـ خمساً ... وثلثاً: خمسة ... وثلث في بر وم.
١٩ ـ خمساً: خمسة في بر وم. مماساً لجرمي: مماس الجرمي في م.

الاقليم الأوّل والسابع، ولا يجتمعان في أحدهما، ولا أيضاً في إقليم من التي فيما بينهما من الأقاليم الخمسة.

فالقوس التي من فلك القمر المائل التي تتوسطها النهاية الشمالية للقمر، وهي التي متى كان مركز القمر بمسيره في العرض فيما بين طرفيها لا يكسف الشمس في الإقليمين المذكورين ولا في الأقاليم التي فيما بينهما، يكون مبلغها مائة وأربعة وأربعين جزءاً ونصفاً. وأمّا القوس التي تتوسطها النهاية الجنوبية فمائة وثلاثة وستون جزءاً وسدس بالتقريب. هذا بالنظر إلى قطري الكوكبين ومسيرهما بالحقيقة - أعني المقوم - وما يلحقهما من اختلاف المنظر.

وأمّا متى أردنا ضبط هذه الحدود بالنسبة إلى مسيريهما الوسطين فقد يكون البعد من مركزي النيرين وبين موضعيهما الوسطين غاية التعديل، وهو امّا في القمر فخمسة أجزاء ودقيقة واحدة، وامّا في الشمس فجزآن وثلاث وعشرون دقيقة.

وقد تبيّن أن الشمس تسير في الزمان الذي يقطع فيه القمر هذه السبعة الأجزاء والأربع والعشرين دقيقة جزءاً من اثني عشر جزءاً منها، وهو سبع وثلاثون دقيقة. فإذا أضيفت هذه الدقائق إلى غاية تعديل الشمس بلغ ذلك ثلاثة أجزاء. وإذا أضفناها إلى الحدود المذكورة صارت القسي التي عن جنبتي كل واحدة من العقدتين في الاجتماعات الوسطى، وهي التي يمكن أن يقع فيها الكسوف للشمس، امّا في الشمال فعشرون جزءاً ونصف وربع، وامّا في الجنوب فأحد عشر جزءاً وخمس وعشرون دقيقة. فمتى كان بعد مركز تدوير القمر من العقدتين حال الاجتماع بالوسط أقل من عشرين ونصف وربع أو أكثر من مائة وتسعة وخمسين جزءاً وربع أمكن أن يكسف الشمس - لكن في الأقاليم الشمالية دون الجنوبيّ من الأقاليم السبعة. وان كان بعد المركز من عقدة / الرأس أقل من مائة واحد ١٤٦ ظ وتسعين جزءاً وخمس وعشرين دقيقة وأكثر من مائتين وثمانية وستين جزءاً وخمس وثلاثين دقيقة

---

٥ - نصفاً: نصف في بر وم.
٦ - ثلاثة: ثلث في م. جزءاً: جزا في بر وم.
٧ - مسيرهما: اصح: مسيريهما.
٨ - مسيريهما: مسيرهما في بر وم.
١٠ - فجزآن: فجزاان في بر، فمران في م. وثلاث: وثلثة في بر وم.
١٢ - الأربع: الأربعة في بر وم. جزءاً[١]: جزاء في بر. جزا في م. جزءاً[٢]: جزا في بر وم. سبع: سبعة في بر.
١٣ - ثلاثة: ثلث في م.
١٥ - جزءاً: جزاء في بر، جزآ في م.
١٦ - جزءاً: جزاء في بر، جزآ في م. وأمّا: وما في م.
١٨ - جزءاً: جزاء في بر، جزآ في م.
٢٠ - مائتين: مائتي في بر وم.

أمكن أن يكسفهـا ـ لكن في الاقليم ⌝ الأول دون البـاقي من الأقـاليم. فهـذه هي الحـدود القوسية للكسوفات الشمسيّة. م ٥٦ ظ

٦فصـل: في حُدود الكسوفات الشمسيّة في الزمان. ن ٤٣ و

فأمّا في شهر واحد فليس يمكن أن تنكسف فيـه الشمس مرتـين في مسكن من المساكن التي في جهة واحدة عن خط الاستـواء، لا في بلد واحد ولا في بلدين ولـو تباعـدا في الشمال أيضاً. وذلك أن قوس مسير النيّرين في الطول في الشهـر الوسط تسعـة وعشرون جزءاً وست دقائق وأربع وعشرون ثانية. ومسـير القمر في التـدوير في الشهـر أيضاً خمسـة وعشرون جزءاً ونصف وثلث. والتعديل الذي يلحق الشمس في هذه الأجزاء، وهي في ابطأ ما تكون، جزء واحـد وثماني دقـائق، ويلحق القمر وهـو في أسرع ما يمكن في أجـزاء التـدويـر جـزآن وثـمان وعشرون دقيقة. فإذا جمعناهما وأخذنا نصف سدس ذلك حصل ثماني عشرة دقيقـة، فنزيـدها على تعديـل الشمس فيبلغ جزءاً واحـداً وستاً وعشرين دقيقـة وذلك غـاية مـا ينقص† مسيرا القمر في الشهر الـواحد في الـطول والعرض عن المسـير الوسط. لكن فضلة مسـير القمر† في العرض في الشهر الـوسط ثلاثـون جزءاً م دقيقـة يز ثـانية. فيكـون الباقي من مسيره في العرض أقل ما يكون في أصغر ما يكون من الشهور تسعة وعشرين جزءاً ويـد دقيقة ويـز ثانية. وميل القوس التي هذا مبلغها متى أخذت عن جنبتي التقاطع يكون جزئين ولـج دقيقة

١ ـ الاقليم: الأقاليم في م. هي: سقطت في بن و م.
٢ ـ للكسوفات: لكسوفات في بن و م.
٣ ـ فصل: الفصل السادس والثلاثون في ن.
٤ ـ فليس: سقطت في بن و م. الشمس: من في بن و م. المساكن: المساكين في م.
٥ ـ واحدة: واحد في بن و م.
٦ ـ انّ: على هامش ن. وعشرون: وعشرين في ن، ست: ستة في م.
٧ ـ أربع: أربعة في جميع النسخ.
٩ ـ ثماني: ثمان في جميع النسخ. يمكن: يكون في بن. التدوير: ن تضيف: «المذكور». جزآن: جزان في بن و م، جزوان في ن.
١٠ ـ ثماني عشرة: ثمان عشر في ن، ثمانية عشر في بن و م.
١١ ـ ستاً: ستة في بن و م. مسيرا: مسيري في بن و م. †: من هنا يبدأ اختلاف النص في ن.
١٢ ـ †هنا ينتهي اختلاف نص ن وهـو: «المسير في الطول والعرض عن المسير الوسط. لكن سير القمر...».
١٣ ـ ثلاثون: ثلثين في جميع النسخ.
١٤ ـ عشرين: عشرون في م. يد: أربعة عشر في ن. يز ثانية: سقطت في ن.
١٥ ـ لج: ثلثة وثلثين في ن.

بالتقريب. لكن مجموع القوسين اللتين يوترهما نصفا القطرين أكثر ما يكون في الاجتماعين معاً جزءاً واحداً وست دقائق و م̅ ثانية، †وميل قوس العرض جزآن وثلاث وثلاثون دقيقة†. فيحتاج إلى أن تكون الفضلة الحاصلة من اختلاف منظر القمر على اختلاف منظر الشمس في أحد الكسوفين أو كليهما جزءاً واحداً و كو̅ دقيقة وثلثاً. لكن أعظم ما يحصل له من اختلاف المنظر في جهة †الجنوب عند سكان وسط الإقليم السابع نح̅ دقيقة. وأعظم ما يحصل له من اختلاف المنظر في جهة †الشمال عند سكان خط الاستواء كه̅ دقيقة. وجملة ذلك جزء واحد وكج̅ دقيقة وهي أقل من الفضلة المذكورة فليس يمكن أن تكسف الشمس في الشهر الواحد مرتين في جانب واحد عن خط الاستواء.

⌐ونقول أيضاً إنّه يمكن أن يكون للشمس في خمسة أشهر عظمى كسوفين ـ أعني في م ٥٧ و
أولها وآخرها، †في كل واحد من الاقليم الأول والسابع. فتبيّن مما نقول امّا في السابع فإذا
كان القمر في الجهة الشمالية عن البروج† وفي الاقليم الأول إذا كان في الجهة الجنوبية عنه.
وذلك أنّه قد تبيّن أن فضلة مسير القمر في العرض في أطول ما يكون في الخمسة الأشهر مائة
وتسعة وخمسون جزءاً وخمس دقائق. /والقوس التي تتوسطها إحدى نهايتي ميل فلك القمر ١٤٧ و
عن البروج ـ أعني التي لا يمكنْ أن يكون للشمس فيما بين طرفيها† كسوف ـ متى كان القمر

---

١ ـ لكن: «ولكن نصفي القطرين أكثر ما يوتران في الاجتماعين معاً جزواً واحداً...» في ں.
٢ ـ ست: كذا في ں ستة في بں و م. و م̅ ثانية: وثلثين في ں. ثلاث: ثلثة في بں و م.
٢، ٣ ـ †...† سقطت في ں.
٤ ـ كليهما: كلاهما في ں. جزءاً واحداً: جزواً واحداً في ں، جزء واحد في بں و م. كو̅: ستة وعشرين في ں، ثلثاً: ثلث في بں و ں، ثلثة في م.
٥ ـ نح: ثمانية وخمسين في ں.
٥، ٦ ـ †...† على هامش بں.
٦ ـ يحصل: يكون في ں. كه̅: خمسة وعشرين في ں.
٧ ـ كج̅: ثلث وعشرون في ں. الفضلة المذكورة: عوض عنها في ں بـ «فضل الميل الذي ⌐ يلحق الحركة في العرض ـ أعني القوس التي يسيرها القمر في الشهر الواحد. ولو كان مسير القمر فيه أسرع ما يكون من مسيره فليس يمكن...». ق ٤٣ ظ
٨ ـ الشهر: سقطت في بں.
١٠، ١١ ـ †...† هذه العبارة من ں لأنها أصح من عبارة بں و م التالية: «إذا كان النيّرين في الجهة الشمالية عن البروج وفي الاقليم [مكررة في م] الأول...».
١٢ ـ في٢: من في ں.
١٤ ـ كسوف: في ں: «كسوفان متى كان القمر في بعده الأوسط مائة وسبعة وستين جزواً وست وثلثين [كذا] دقيقة وهي زائدة...».

في حضيض التدوير مائة وسبعة وستون جزءاً و يح دقيقة، وأمّا في البعد الأوسط من التدوير فمائة وسبعة وستون جزءاً و لج دقيقة وهي زائدة† على مسير القمر في العرض في خمسة أشهر بثمانية أجزاء ونحو من ل دقيقة.

فمن البيّن أنّه متى لم يكن للقمر في أحد الكسوفين أو كليهما من اختلاف المنظر ما يزيد على خمس وأربعين دقيقة فإنّ القمر لا يكسف الشمس، لأنّ هذه الدقائق هي مقدار ميل الثمانية الأجزاء والنصف الزائدة على الحدود المأخوذة من قطري النيّرين على مسير القمر في العرض. لكن اختلاف المنظر في العرض إلى جهة الجنوب يبلغ في الإقليم السابع نح دقيقة، فيمكن أن يقع للشمس فيه كسوفان على ما شُرط.

وأمّا في الإقليم الأول فقد يبلغ اختلاف منظره إلى جهة الشمال في العرض في خط الاستواء متى كان في برج السنبلة كز دقيقة ومتى كان في الدلو كب دقيقة، ومجموعهما تسع وأربعون دقيقة. فيمكن أن يكون للشمس †في الإقليم الأول† كسوفان. †وأمّا أنّه ممكن أن يكون للشمس كسوفان† †في ستة أشهر كيف كان مقدارها فذلك ظاهر. وأمّا أن يكون لها كسوفان† في مدة سبعة أشهر صغرى فأقول إنّه ممكن أيضاً. †وذلك أن فضلة مسير القمر† في سبعة أشهر صغرى مائتان وثمانية أجزاءو مز دقيقة، وذلك بعدما يحسب بما يلحق جرمي النيّرين من التعديل الذي من جهة سرعة القمر وبطء الشمس في السبعة الأشهر. والقوس التي هي أعظم من نصف دائرة عن جنبتي النهايتين التي يقع فيما بين طرفيها كسوفان مائة واثنان

---

١ ـ ستون: ستين في بر و م، جزءاً: جزا في بر وم.
٢ ـ †: هنا ينتهي اختلاف النص في ن.
٢ ـ في: على في ن.
٣ ـ ونحو من ل : «واحدى وثلثين» في ن.
٤ ـ ما: مما في م.
٧ ـ المنظر: المنظر للقمر في ن. نح : ثمانية وخمسين في ن.
٩ ـ وأمّا في الاقليم الأول: وأمّا في البروج الجنوبية في ن، منظره: منظر في م.
١٠ ـ كز : سبعة وعشرين في ن. كب : اثنان وعشرين في ن.
١٠، ١١ ـ تسع وأربعون: تسعة في جميع النسخ، أربعون في م، اربعين في بر و ن.
١١ ـ دقيقة: يلي ذلك: «فقد تبين أن وقوع الكسوف فيه آ ممكن أيضاً. وأمّا أن يكون...». †...† ن٤٤ و على هامش بر، وقد سقطت في ن.
١١، ١٢ ـ †...† : سقطت في ن.
١٢ ـ ظاهر: ظاهراً في بر. †...† : سقطت في م.
١٣ ـ †...† : ن: «وذلك أنّ مسير القمر في العرض يكون من [كذا]».
١٤ ـ مز : وسبعة وأربعين في ن.
١٥ ـ بطء: بطو في بر و م. السبعة: سبعة في ن.
١٦ ـ دائرة: ن تضيف: «التي»، النهايتين: ن تضيف: «لمايل القمر».

وتسعون جزءاً وكد دقيقة.

فمن البيّن أنّه إن لم يكن للقمر اختلاف فلا يقع في هذه المدة للشمس كسوفان، لأنّ مسير القمر في أقصر ما يكون من سبعة أشهر يزيد على ⌐هذه القوس التي هي أعظم من م ٥٧ ظ نصف دائرة، †وهي التي تحد بطرفيها موقع الكسوف الشمسي†، بستة عشر جزءاً وكج دقيقة. وميل هذه الأجزاء الزائدة يكون جزءاً واحداً وخمسة وعشرين دقيقة.

فامّا في البلدان التي في شمال خط الاستواء فإنّه لا يقع للقمر فيها من اختلاف المنظر في الشمال ما يبلغ هذا القدر أصلاً. وأمّا †اختلاف منظر القمر في الجنوب فإنّه قد يوجد له† بجزيرة رودس من اختلاف المنظر في الجنوب† في الحال التي تكون الشمس ظاهرة فوق الأرض† في الكسوفين جزء واحد وثلث بالتقريب. وفيما بَعُد في الشمال من البلدان الشمالية فقد يقع له أكثر من ذلك فيمكن أن تنكسف فيها الشمس في سبعة أشهر صغرى في البلدان التي عرضها أكثر من ست وثلثين درجة في مرتين بالنهار.

وأمّا فيما / بين هذه الدائرة الموازية المارّة برودس وخط الاستواء فلا يمكن ذلك. لكن ١٤٧ ظ هذين الكسوفين يكونان والقمر في ناحية الشمال عن البروج فيكون في أولهما ذاهباً ⌐إلى عقدة ى ٤٤ ظ الذنب وفي الثاني منصرفاً عن عقدة الرأس.

---

١ - جزءاً: جزا في بر وم، جزواً في ى. كد : أربعة وعشرون في ى.

٢ - أنّه: كذا في ى وسقطت في بر وم. اختلاف: اختلاف منظر في ى.

٣ - هذه: سقطت في ى.

٤ - †...† سقطت من بر وم. بستة: كذا في ى، ستة في بر وم. جزءاً: جزا في م جزواً في ى. كج : ثلثة وعشرين في ى.

٥ - الزائدة: الزائد في ى. جزءاً: جزاء في بر، جزا في م، جزواً في ى.

٦ - شمال: على هامش بر.

٧ - في الشمال: في جهة الشمال في ى. هذا القدر: في هذا القدر في م. †...† ى: «في جهة الجنوب فإنّه قد يحصل للقمر». يوجد: يوخد في بر دون نقط الياء.

٨، ٩ - †...†: ى: «وبأن تكون الشمس ظاهرة فوق الأفق».

١٠ - له: لها في ى. أشهر صغرى: يلي ذلك في ى: «متى وُجدت الشروط المتقدمة في أولها وآخرها في البلدان...».

١١ - ست: ستة في جميع النسخ.

١٢، ١٣ - لكن هذين: وهذان في ى.

١٣ - هذين الكسوفين: هذان الكسوفان في بر وم. ناحية: الناحية في م.

١٤٧ ظ

فصل: وبعد شرحنا أحوال النيّرين وهيئة أفلاكهما ونعتْت حركاتهما على التحقيق، فكذلك ينبغي أن نسلك في أمر الكواكب الجارية وأوضاع بعضها عند بعض، ونذكر الأمور الشاملة للكواكب ونسلك في عملنا ابسط ما نقدر عليه ممّا يمكن أن تتم به حركاتها على استواء واستدارة على ما يشبه ويليق بطبيعة السَّماء.

وينبغي أن تعلم صدق قول بطلميوس في هذا المعنى وهو أنَّ إصابة مثل هذا الأمر شيء عظيم القدر لما فيه من الكمال النفساني بمعرفة الموجودات على ما هي عليه، وكونه بالحقيقة تمام الجزء النظري التعليمي من الفلسفة.

وينبغي أن تعلم أنَّ تحصيله على الوجه الصواب عسير شاقّ لأنَّ لكل واحد من هذه الكواكب اختلافين أوّلين مختلطين غير متساويين في مقاديرهما: احدهما من جهة حركة مركز التدوير بالنسبة إلى فلك البروج، والآخر من جهة حركة الكوكب على محيط التدوير - ويسمّيه بطلميوس الاختلاف الذي من قبل الشمس. وهذان الاختلافان مختلطان اختلاطاً يعسر معه تخليص أحدهما عن الآخر. ولذلك يجب الاحتراز في ارصادهما ⌐وأن يكون رصدهما عندما م ٥٨ و تكون في أسرع مسيراتها لتتبيّن عوداتُها في أفلاكها ولا يُستعمل في أمرها ارصادٌ كيف اتفق.

قال بطلميوس: إنَّ الارصاد القديمة †التي رصدت قبل أبرخس† اثبتت على غير

---

١ - فصل: الفصل السابع والثلاثون في ى، وهذا الفصل هو تلخيص عبارة المجسطي المقالة ٩ النوع الثاني، شرحنا: «أن شرحنا» في ى.

٣ - للكواكب: لهذه الكواكب في ى.

٨ - الجزء: كذا في ى و بر، الجز في م. الفلسفة: المقصود هنا هو عبارة بطلميوس في المجسطي، المقالة التاسعة النوع الثاني كما وردت في نسخة إسحاق - ثابت [مب ٧٤٧٥ ص ٥٢ و] «وإذ كان قصدنا أن نبيّن في الكواكب المتحيرة الخمسة كما بيّنّا في الشمس والقمر الاختلافات كلها التي ترى لها، وإنّما تكون عن حركات جارية على استواء واستدارة لأنَّ هذه الحركات مشاكلة لطبيعة الأجرام الإلهية ومباينة للخروج عن النظام وعدم التشابه، فقد ينبغي أن تعلم أنَّ اصابة مثل هذا الأصل عظيم القدر وتمام بالحقيقة للنظر التعاليمي».

٩ - عسير: غير في بر.

١١ - الكوكب: الكواكب في ى.

١٢ - الاختلاف: عبارة بطلميوس: «أحدهما يوجد بالقياس إلى الشمس والآخر بالقياس إلى أجزاء فلك البروج». [مب ٧٤٧٥ ص ٥٢ ظ].

١٣ - ولذلك: وكذلك في ى. رصدهما: رصدها في بر و م.

١٤ - تكون: غير منقوطة في بر و ى، يكون في م: اقرأ: تكون الكواكب. لتتبيّن: التين في م.

١٥ - قال بطلميوس: «قال بطلميوس نصّاً» في ى. القديمة: على هامش بر. † . . . † سقطت في م.

تدقيق، وذلك أنّا نجدهم أدخلوا فيها وقوفات الكواكب وظهورها. والعلم المأخوذ منها مما لا يوثق به. وذلك أنَّ مبادىء أزمان الوقوفات لا يتحقق لأنَّ الحركة الطولية - أعني الانتقال في أجزاء فلك البروج - تكون في أيام قبل الوقوف وبعده غير محسوسة؛ والظهورات - أعني التي ترى أوّلاً آ وأخيراً - يعسر تحقيقها؛ وأيضاً قد يقع في زمانها اختلاف من قبل تغيُر الهواء، أو ى ٤٥ و
من قبل تفاوت أبصار الرصّاد ومن قبل وضعها من البروج ووضع البروج مع الأفق، وأنَّهم اثبتوها أيضاً بالنسبة إلى الكواكب الثابتة.

وهذا القياس يحتاج إلى فضل تأمّل وعناية شديدة. ومتى لم يتقن ذلك جرى الأمر فيه مجرى الحزر والتخمين. ولأنَّ الأبعاد التي ترى بالابصار عند الأفق أعظم من مقاديرها الحقّيّة، وعند توسطها السماء أصغر، فيمكن لذلك أن تحسب مرة أعظم من البعد الحقيقي ومرّة أصغر منه. ولهذا قصد أبرخس إلى الأصول التي يُعمل عليها في الشمس والقمر فبحث عنها بغاية ما يمكن على أنها / تكون بحركات مستوية تجري على الاستدارة. ١٤٨ و

وأمّا الأصول التي يُعمل عليها في الخمسة الكواكب المتحيرة فلم نجده فيما وقع إلينا من

---

١ - الكواكب وظهورها: عبارة بطلميوس: «إلاّ أنها يوجدان جميعاً مختلطين اختلاطاً يعسر منه تخليص ما يخص واحداً واحداً منهما، ومن قبل ان أكثر الأرصاد القديمة اثبتت على غير تحصيل ولا تدقيق، وذلك أنّا نجدها قد أدخل فيها وقوف الكوكب وظهوره» [مب ٧٤٧٥ ص ٥٢ ظ]. منها: منهما في م.

٢ - الوقوفات: الوفوقات في م، الوفات في بر ووقو» على الهامش.

٤ - تغير الهواء: على هامش بر الحاشية التالية: «لأنّه كلما كان الهواء أرقّ وألطف يرى أسرع، وكلما كان أغلظ وأكثف يرى ابطأ، فلذلك ربما يقع فيه اختلاف من قبل تغير الهواء». أو: «و» في بر.

٥ - ووضع البروج: على هامش بر حاشية أخرى: «أي في جهتي الشمال والجنوب [ثلاث كلمات غير مقروءة] إذا كان في أفق من آفاق المائلة من جهة الشمال يرى على بعد من الشمس أقرب أول رؤيته وآخر رؤيته. وإذا كان جنوبيّاً عن البروج كان الأمر بالعكس. وأما التفاوت بسبب وضع البروج مع الأفق لأنَّ وضعها معه يحيط بزوايا مختلفة في أفق واحد، فكيف في آفاق مختلفة. ولا شك أن البروج كلما اشتدّ ميلُها إلى جهة الجنوب عن الأفق كان الكوكب الجنوبي عن البروج أبطأ رؤية والشماليُّ أسرع رؤية، حتى قيل إنَّ الزهرة إذا كانت شمالية وهي في غاية ميلها عن البروج ترى في الليلة الواحدة مرتين: بعد غروب الشمس وقبل طلوعها. وإذا كانت جنوبية وهي في غاية ميلها خفيت أياماً فلا ترى».

٧ - فضل تأمّل: عبارة بطلميوس: «يتأمّلها الإنسان أفضل تأمل» [مب ٧٤٧٥ ص ٥٢ ظ]. يتقن: يتفق في بر.

٨ - الحزر: غير منقوطة في ى، الحرز في بر و م.

٨، ٩ - «ولأنَّ . . . أصغر»: هذه العبارة هي تلخيص ما جاء في المجسطي [ص ٥٣و ومب ٧٤٧٥]، لأنَّ: وأنَّ في ى.

٩ - الحقّيّة: الحقيقة في ى.

١٠ - الأصول: سقطت في م. يعمل: تعمل في بر.

١٢ - يُعمل: غير منقوطة في م و ى. تعمل في بر.

١٤٨ و

كتبه أثبت فيها أصلاً بل اقتصر على أن اثبت الارصاد التي وقعت لها في زمانه وزمان من كان قبله لما في ذلك من فضل المنفعة. وبيّن بها خطأ أصحاب التعاليم في عصره، وذلك أنهم كانوا يبرهنون بالخطوط على أنّ الاختلاف الذي في الكواكب المتحيرة واحد فقط، فبيّن هو انّه أكثر من واحد. وكانوا يستعملون الجدول المسمّى بالأبدي، وقد اجتمع فيه انّه بغير برهان وانّه باطل.

فبدأ بطلميوس فقدم هذا القول قبل شروعه في أمر الكواكب. ثم انّه اختار ⌐لتحقيق هذا الشأن ارصاد أبرخس إذ كانت أشدّ استقصاء من غيرها، وهي الأرصاد التي وقعت عند مقارنة شديدة بالقرب من كوكب ثابت. واختار من ذلك ما أخذ منها خاصة بذات الحلق لا بمجرد البصر، لأنّ بها ترى الأبعاد المتساوية بقسي متشابهة. وجمع إليها أرصاده هو، فحصل له بذلك أصول استخرج منها الهيئة التي توجد في أيدي الناس. م ٥٨ ظ

وكان غايته فيما توهّم حركات دوريّة على محيطات دوائر: على أنّه متى قوّمت الكواكب بحسب ما ذكره من حركاتها، وعدّلت ⌐الحركات المذكورة بتعاديلها، وكان الحاصل من اشتباك تلك الحركات على تلك الدوائر موافقاً لما يظهر بالرصد، فقد حصل له غرضه. ولم يراعِ استواء حركات المتحركات على الدوائر على مراكز أنفسها، لكن بالنسبة إلى مركز دائرة أخرى مركزها خارج عن مركز التي تتحرك عليها. وقد تبيّن لك أن هذا هو قصده وغرضه من قوله في مواضع: من ذلك في آخر الفصل الأول من المقالة الثالثة من المجسطي حين يقول: فانّا نرى أنّه يجب على صاحب التعاليم أن يجعل قصده وغرضه أن يبيّن أولاً أن جميع الأشياء التي تظهر في السماء إنّما تجري بحركات مستوية على استدارة. ىـ ٤٥ ظ

---

١ ـ فيها: سقطت في بر.
٣ ـ يبرهنون: يبرهنوا في ىـ.
٧ ـ الشأن: كذا في ىـ، البيان في بر وم. استقصاء: كذا في بر وم، استقصا في ىـ.
٨ ـ بالقرب: سقطت في بر وم.
١٠ ـ أصول: أصولاً في بر وم. الهيئة: هذه الهيئة في ىـ.
١١ ـ كان: كذا في جميع النسخ، والأفضل قراءة كانت. دوائر: داير في م. أنّه: أنّها في ىـ.
١٢ ـ وكان: كذا في ىـ، فكان في بر وم.
١٣ ـ الدوائر: الداير في م.
١٤ ـ يراع: يراعي في ىـ.
١٥ ـ التي: الذي في بر وم، مركز العالم لدى في ىـ.
١٨ ـ استدارة: عبارة بطلميوس في نسخة اسحاق ـ ثابت: «فإنا نرا [كذا] انه يجب على صاحب التعاليم ان يجعل قصده وغرضه أن يبيّن أولاً أن جميع الأشياء التي تظهر في السماء إنّما تجري بحركات مستوية (على الهامش) على الاستدارة» با: ٤٦و وفي نسخة الحجاج: «فقد ينبغي للعالم بالتعاليم أن يكون رأيه وغرضه تبيين كل ما يرى في الشمس من حركاتها الوسطى على دوائر أفلاكها». [مب ٧٤٧٤ ص. ٦١ و].

وأيضاً في أول الفصل الثالث منها يقول: ينبغي أن يتقدم فيعلم أنَّ حركات الكواكب المتحيِّرة على التوالي وكذلك تحريك الكل لها إلى المغرب مستوية كلها في طبيعتها ـ أعني الخطوط المستقيمة التي تدير الكواكب وتدير أفلاكها في الأزمان المتساوية تفصل زوايا متساوية عند مراكز المدارات. وإنَّ الاختلاف الذي يظهر فيها إنما هو من قبَل أوضاع أفلاكها التي في أُكرها التي تحركها. وهذا صريح في قوله. فأمَّا هذه الخطوط التي يسمّيها المديرات للمتحرّكات، †فإنَّ أطرافها الثابتة التي عليها يكون مدار الخطوط بزعمه ليست هي مراكز الأكر المتحركة بل هي نقط اخر†.

فلو إنَّه حين قنع بذلك وارتكبه عمداً منه لم يبيِّن أنَّ الدوائر التي ترسمها الأكر م ٥٩ و
المحركة مقاطعة للدوائر التي ترسمها / تلك الخطوط لكان لمتأول كلامه مجال. لكنّه لَمّا بيَّن ١٤٨ ظ
الأجسام التي تفعل هذه الحركات تبيَّن من قوله انَّ الأمر الذي قصده ليس موافقاً للأصول التي يعتقدها في طبيعة السماء التي هو مقرّ بصحّتها.

ولقد كان يلزمه طلب هيئة موافقة للأصول †التي يعتقد انَّها طبيعيَّة للسماء أو يترك
القول†. لكنّه لما تعذّر آعليه الجمع بين ما توهّم وبين الأمر اللائق بالطبيعة السماوية جعل ب ٤٦ و
الخطابة مستند اعتذاره حين يقول في مواضع من المقالة التاسعة وفي الثالثة عشر من المجسطي في الجملة الثانية بعد اعتذاره عن أمور أخذها بالتقريب لتعذر أخذها على التحقيق لصعوبتها، وهو يرى أنَّ الزلل الذي يلحق من جهة ذلك لا يدخل منه ضرر فيما يريده.

---

٤ ـ الاختلاف: الاختلافات في ب.

٥ ـ تحركها: عبارة بطلميوس كما في نسخة اسحاق ـ ثابت: «فقد ينبغي أن نقدم بالجملة أنَّ تنقل الشمس والقمر والكواكب المتحيِّرة بحركاتها تلقاء (؟) حركة السماء قدماً [؟ على الهامش]، وكذلك نقلة الجميع فيها مستوية كلها في طبيعتها على استدارة؛ أعني أنَّ الخطوط المستقيمة التي هي ابعاد الكواكب من مراكز أفلاكها التي تتوهّم توهّما أنها تدير الكواكب لو أنَّها تدير مع الكواكب أفلاكها تفصل منها كلها على الاطلاق في الأزمان المتساوية زوايا متساوية عند مراكزها في كل واحد من المدارات. وانَّ الاختلاف الذي يظهر فيها إنَّما يكون من قبل مواضع الأفلاك التي في أُكرها التي عليها تتحرك» [با ٢٤٨٢ ص. ٤٨ ظ].

٦، ٧ ـ †. . . † كرِّرت في ب بعد كلمة «تحركها».

٦ ـ بزعمه: زعم أنّها في ب.

٧ ـ المتحركة: المتحركات في جميع النسخ.

٨، ٩ ـ أنَّ الدوائر. . . لكنّه: عوِّض عن هذه العبارة في ب بالعبارة التالية: «لم يبيِّن الأُكر المحركة التي تجعل هذه الدوائر فيها كان لمتأول كلامه مجال متسع».

١١ ـ «يعتقدها في طبيعة السماء التي»: «تُعتقد في الحكمة مع أنّه» في ب.

١٢ ـ للأصول: الأصول في م: للأصول الفلسفية في ب.

١٢، ١٣ ـ †. . . † سقطت في ب.

١٣ ـ لَمَّا: سقطت في ب. اللائق: الايق في م.

١٤ ـ مستند: مستنداً في بر. التاسعة: ب تضيف: «من المجسطي». من المجسطي: منه في ب.

١٥ ـ في: وفي في ب. بالتقريب: على التقريب في ب.

ثم قال: وإنَّ ما يوضع وضعاً من غير برهان فبعد أن يوجد موافقاً للأمور الظاهرة فليس يمكن أن يكون وُجد من غير سلوك سبيل من سبل العلم وإن كانت الجهة التي بها أدركت يعسر وصفها، لأنَّ المبادىء الأول امَّا أن لا يكون لها سبب بالطبع، وان كان فإنَّ العبارة عنه تصعب فليس يستنكر الخلاف الواقع في بعض المواضع في الأصل الذي يعمل عليه في الدوائر. فلا يظنّ ظانٌّ أنَّ ذلك خارجٌ عن القياس إذا كانت الأمور أيضاً التي ترى في الكواكب أنفسها توجد غير متشابهة مهما كانت الحركات المستوية على الاستدارة محفوظة وكانت الأمور الجزئية موافقة لمعظم ما عليه الأصول التي يعمل عليها.

ثم قال في الفصل الثاني من المقالة الثالثة عشر اعتذاراً عن أقطار التداوير وانحرافها: فلا يظنَّنّ أحد أنَّ هذه الأصول عسير وقوعها بأن يجعل نظره فيها قلنا من الأشياء المتخذة بالحيلة والصنعة وصعوبتها وعسر وقوعها لأنّه لا ينبغي أن تقاس الأمور الإلهية بالأمور الأنسيّة، ولا أن يُقصد لتصحيح ما هذا مبلغ جلاله خطورة بتناول المثالات بالأمور التي هي في غاية البعد عنها. فإنّه لا شيء أبعد شبهاً عن الأشياء التي هي أبداً على مثال واحد من م ٥٩ ظ الأشياء التي ليست كذلك، ولا في وقت مّا، وإنّما ينبغي أن نلتمس بغاية ما يمكن أن نطابق بالحركات السماويّة أبسط ما يكون من الأصول مما يمكن أن يسوغ به ويلتأم. فإنّا إن وجدنا بجهة من الجهات جميع الأشياء التي ترى آ فيها تلزم بلزوم ما نضعه من الأصول غير مغادرة ى ٤٦ ظ

---

١ ـ للأمور: الأمور في م.

٢ ـ يكون: على هامش ى. وإن: أو إن في ى.

٦ ـ توجد: توخد في م. الاستدارة: الاستدرارة في م.

٧ ـ عليها: عبارة بطلميوس في نسخة اسحاق ـ ثابت: «وأنَّ ما يوضع وضعاً بغير برهان فبعد أن يوجد موافقاً للأمور الظاهرة فليس يمكن أن يكون وجد من غير سلوك سبيل من سبل العلم وإن كانت الجهة التي بها أدرك يعسر وصفها لأن المبادىء الأول بالجملة إما أن لا يكون لها بالطبع سبب أصلاً وإمّا أن يكون فإن كان لها سبب فإنَّ العبارة عنه يصعب مرامها فإنه ليس ينبغي أن تستنكر الاختلافات التي تقع في بعض المواضع من جهة الأصل الذي يعمل عليه في الدائر. ولا يظنَّ أنَّ ذلك خارج من القياس وإذ كانت الأمور أيضاً التي ترى من الكواكب أنفسها توجد غير متشابهة ما كانت الحركة المستوية في الاستدارة محفوظة فيها كلها على الاطلاق وكان مع ذلك كل واحد من الأمور الجزئيّة التي ترى إنّما تتبينّ لمعظم ما عليه الأصول التي عليها نعمل فيه» [مب ٧٤٧٥ ص. ٥٤ و].

٨ ـ قال: ورد على هامش م عبارة بيد أخرى تفيد بما يلي: «نقل مقال بطلميوس في أقطار التداوير ورجوعه عن ل الاقتصاص» وهذا ليس بصحيح كما سنرى. عشر: عشرة في ى. اعتذاراً: اعتذار في م.

٩ ـ يظنَّنّ: يظنّ في ب. قلنا: قبلنا في م و ى.

١٠ ـ عسر: عشر في م. وقوعها: ى تضيف: «يعني في السماويّات».

١١ ـ خطورة: خطرة في نسخة اسحاق ـ ثابت وجميع النسخ. المثالات: المثالات في م.

١٢ ـ شبهاً: شبيها في ب.

١٤ ـ يسوغ به ويلتأم: سوغ به وَيلتا في م.

١٥ ـ غير: غيره في م.

لها لم يكن يستنكر أن يكون هذا الاشتباك والتركيب يعرض في الحركات السماوية إذ لم يكن فيها طبيعة واحدة مانعة من ذلك، لكن مقدّرة مهيّأة للنفوذ والتحريك، وإن اتفق أن تكون تلك الحركات منقادة حتى أنّها كلها تقوى أن تنفذ في جميع الأجسام المبثوثة / حولها وتظهر ١٤٩ و
فيها. وليس إنّما ذلك في أفلاكها الجزئية لكن في أُكرها أيضاً وفي سهامها التي تدور عليها. وآخر قوله في هذا الفصل: إذ ليس يتوهم أنّه ينالها في دورانها ضرب من الكلال ولا مشقة بوجه من الوجوه.

وهذه الفصول الخطابية التي تكلّف ايرادها، فإنّي لا أرى أنّ عاقلاً يقنع بها ولا يصغي إلى استماعها.

ولّما وقفت على كتابيه المجسطي والاقتصاص ورأيت ما فيهما من عجائب التصوّر وغرائب التخيّل، وأيضاً رأيت فيهما ما يدل على غزارة علمه فعجبت من أُمره كيف يرضى مع جلالة قدره بهذه الأقوال التي لا مدخل لها في هذا الشأن.

---

٢ - التحريك: الحرتك في م. اتفق: انفق في م.

٤ - عليها: عبارة بطلميوس في نسخة اسحاق - ثابت كما يلي: «ولا يظنّ أحد أنّ هذه الأصول وما أشبهها عسير وقوعها بأن يجعل نظره فيما قلنا كنظره إلى ما يكون من الأشياء التي تتخذ بالحيلة ولطف الصنعة وصعوبتها وعسر وقوعها. وذلك أنّه ليس ينبغي أن يقاس على الأمور الإلهية بالأمور الانسيّة ولا أن يقصد إلى تصحيح ما هذا مبلغ جلاله خطرة (كذا) بتناول المثالات له من الأمور التي هي في غاية البعد عن الشبه به. فإنّه لا شيء أبعد شبهاً عن الأشياء التي هي أبداً على مثال واحد من الأشياء التي ليست كذلك، ولا في وقت من الأوقات، ولا أبعد شبهاً من الأشياء التي تعتريها العوائق من كل جهة من الأشياء التي لا يلحقها عائق لا من غيرها ولا من أنفسها، بل إنّما / ينبغي أن نلتمس بغاية ما يمكن أن نطابق بالحركات التي في السماء أبسط ما مب ٧٤٧٥ - ٢٠٣ ظ
يكون من الأصول التي يجري أمرها عليها. فإن لم يتهيّأ ذلك التمس من الأصول ما يمكن أن يكون لسرع [كذا: اقرأ: ليسوغ] به ويلتأم. فإنّا إن وجدنا بجهة من الجهات كل واحد من الأشياء التي ترى فيها لازماً لتلك الأصول التي توضع لها غير مغادرة لها لم يمكن الاستنكار أن يكون مثل هذا التركيب والاشتباك قد لحق الحركات السماوية بوضع (؟) إذ كان ليس فيها طبيعة مانعة ولا عائقة أصلاً بل طبيعتها موافقة لأن تطاوع وتواتي (؟) وتنقاد للحركات الطبيعية لكل واحد منها. وإن كانت منقادة حتى أنها كلها تقوى على أن تنفذ في الطبيعيات [شطبت وصححت على الهامش خطأ: تبعد الطبيعيات] كلها على الاطلاق التي منها قوامها ويظهر فعلها فيها وان سهولة السلوك ليست إنما هي في الدوائر الجزئية فقط بل في الأكر أنفسها أيضاً وفي تجاوز [كذا: اقرأ: محاور] دورانها». [مب ٧٤٧٥، ص. ٢٠٣ و - ظ].

٥ - يتوهم: «يتو» فوق السطر في م. أنّه: سقطت في بر.

٦ - بوجه: بوجهه في م. الوجوه: هي عينها عبارة بطلميوس كما وردت في نسخة اسحاق - ثابت مب ٧٤٧٥ ص. ٢٠٤و.

٧ - فإني لا أرى: ليس الرأي في ور.

٨ - استماعها: زخرفها في ور.

٩ - فيهما: كذا في ور، فيها في بر و م.

١٠ - وأيضاً: سقطت في ور، غزارة: عذاره في م.

١١ - الأقوال: الأصول في بر.

١٤٩ و

وأعجب من هذا استمرار هذه الهيئة التي وضعها على هـذا الحال إلى هـذا الوقت مـع كثرة المصنفين والمتفكرين فيها؛ وكلهم تابعوه عـلى ذلك، ولم يتهيّـأ لأحدٍ منهم أن يـأتي بشيء يصحّح فيه مقصده، ولا استنبط طريقاً غير الـذي سلكه. بـل جهد الأكـثرون على مـذهبه، والمشكّك منهم لم يكن عنده سوى التشكيك. فالذي أحسن به الظنّ قلّده ولم يتعرّض لشيء، والذي أورد الشكّ لم يجب عنه ولم يأتِ بشيء.

ولّـا طال تـردّد هذا الأمـر في فكري، وتكـرر تصوّره في ذهني، وارتـاضت بـه نفسي، فاستعددت لقبول الفيض الإلهي الهمت أن أظهرت حليـة التحقيق فللّه الحمد والمنّـة على مـا ألهم من التوفيق.

فأوّل ما قدمته من ذلك تصحيح حركات القمر. فأصلحت الخلل الذي لأجله لزمت م ٦٠ و
تلك المحالات المذكورة. ولّما وقعت عـلى الأمر الحق الـذي به صححت حـركات القمـر على مقتضى الحكمة وموافقة الأرصاد التي استدل هو بهـا، انتقلت إلى تصحيح حـركات الخمسـة المتحيرة، وما ذكره فيها من معدّلات المسير بأن قال المسيرات المستويـة لمراكـز التداويـر توجـد عند مراكز معدّلات المسير، وانّ أقطار التداوير إنّما تتصوّب نحوها مع أنّ التداوير محمولـة على أفلاك خارجة مراكزها عن أفلاك معدّلات المسير، وكون فلكي الـزهرة وعـطارد المائلين عن سطح البروج يعرض لهما متى كان مركز التدوير على منتصف القـوس التي فيها بـين العقدتـين فإنّ المائلين يكونان حينئذ في غاية ميلهما عن البروج، ثم متى ابتدأ مـركز التـدوير ينتقـل عن هذه النهاية ابتدأ ميلهما ينقص، فإذا بلغ مركز التدوير العقدة انطبق سطح المائـل على سـطح البروج، ثم إذا تحرك المركز من هذه العقدة ابتدأ الفلك المائل يميل فينتقل النصف منه الـذي كان في جهة الشمال إلى جهة الجنوب والذي كان في الجنوب إلى الشمال ويزداد هذا الميل أيضاً

---

٣ ـ استنبط: كذا في ن، استبط في بن و م. جهد: جد في م، جمد في ن.

٤ ـ به: سقطت في ن.

٧ ـ استعددت: استعدت في ن. الفيض: هذا الفيض في ن.

٩ ـ من ذلك: على هامش بن. لأجله: لاخله في م.

١٠ ـ المذكورة: هنا تكرر ن بعض هذه المحالات عوضاً عن كلمة «المذكـورة»: «التي منها مسـامتة ذروة التدوير لنقـطة المحاذاة مـع أنّه يجب أنّها إنّمـا تحاذي مـركز الحـامل، وكـون مركـز التدويـر يقطع في الأزمـان ن ٤٧ و
المتساوية قسيّاً متساوية بالنسبة إلى مركز العالم لا إلى مركز الحامل وكان يجب أن تكون مستوية عند مركز الحامل المحرك له ـ أعني الفلك الخارج المركز. فلما...» وقعت: وقعته في م.

١١ ـ انتقلت: ثم انتقلت في جميع النسخ.

١٢ ـ قال: جعل في ن. لمراكز: لأكر في ن.

١٤ ـ خارجة مراكزها: مراكزها خارجة في ن. فلكي: فلكا في ن.

١٦ ـ ابتدأ: ابتدأ في م.

١٧، ١٨ ـ ابتدأ: ابتدى في ن.

إلى أن يصير مركز التدوير على النصف فيما بين العقدتين، ثم ينقص إلى حين يعود مركز التدوير على النقطة التي هي التقاطع، /ثم يبتدىء فيميل النصف الذي فيه مركز التدوير إلى ١٤٩ ظ الجهة التي مال إليها أوّلاً إلى أن يصير إلى النهاية التي بدأ منها أوّلاً، ثم يعود الأمر من الرأس. لكنّه في كتاب الاقتصاص رجع عن هذا الرأي وقد ذكر في أقطار تداوير الكواكب الخمسة المتحيرة أنّ لها انحرافاً في أفلاك التداوير، وأنّ أطرافها †ترسم في أكر التداوير دوائر ملازمة لأطراف الأقطار، وانّها تقطع في الأزمان المتساوية قسيّاً متساوية بالنسبة إلى دوائر أصغر من الدوائر التي رسمتها، ومراكز هذه الدوائر خارجة عن مراكز الدوائر الأول†. ⌉ وهو ق ٤٧ ظ في غاية البشع. لكنّه بينّ †الأمر الذي له يحصل المطلوب بأن أضعف† التداوير في كتاب الاقتصاص. وقد ذكر فيه أيضاً أنّ ميل كل واحد من الفلكين المائلين من فلكي الزهرة وعطارد إنّما هو سدس درجة فقط: ⌈فأمّا الزهرة فعلى ما ذكره في المجسطي، وأمّا عطارد م ٦٠ ظ فناقص بثلث وربع جزء عمّا في المجسطي.

وجميع ما قاله من هذه الأمور وإن كانت مستبعدة في بادىء الرأي فإنّ لها وجوهاً في الهيئة يمكن أن تصلح بها على غير الجهة التي عينها في المجسطي، وزائدة على ما ذكره في الاقتصاص، بها يتم هذا الالتفاف ويجري على نظام وترتيب. وسنوضح ذلك عند فراغنا من هيئة أفلاك الكواكب إن شاء الله تعالى.

فصل: في هيئة تعمّ أفلاك الكواكب الأربعة على رأي بطلميوس، وهي زحل والمشتري والمرّيخ والزّهرة.

نتوهّم لكل واحد منها فلكين شاملين للأرض، [انظر الشكل رقم ١٢] وفلكاً صغيراً

---

٤ ـ الرأي: يلي ذلك في ى: «فلا أدري ألِشيء تبيّن له بعد فراغه من المجسطي أمر [كذا: اقرأ: ام] لتسامح وقع منه في كتاب الاقتصاص. وقد...».

٥ ـ انحرافاً: انحرافها في م. وأنّ: فإنّ في ى.

٥، ٧ ـ †...† سقطت في ى، وعوض عنها: «تدور على دوائر صغار».

٨ ـ †...† ى: «السبب الموجب لذلك في أفلاك...».

٩ ـ أيضاً: سقطت في ى.

١٠ ـ ذكره: كان أخذه في ى.

١١ ـ جزء: جزؤ في بى، جزا في م، درجة في ى.

١٢ ـ الرأي: ى تضيف: «يظن بها (كذا) مخالفة الأصول».

١٦ ـ فصل: الفصل الثامن والثلثون في ى.

١٦، ١٧ ـ على رأي بطلميوس: سقطت في ى.

١٨ ـ للأرض: الأرض في م. وفلكاً صغيراً: وفلك صغير في ى.

غير شامل للأرض. أمّا الفلك الأوّل منها ـ ويسمّونه الفلك الكلي للكوكب ـ الحاوي لجميع أفلاكه، فجسم مستدير كريّ يحده سطحان كريان متوازيان مركزهما مركز العالم. السطح الأعلى من كل فلك محوي للسطح الأدنى من الفلك الذي فوقه ومماسّ له. والسطح الأدنى منها حاوٍ للفلك الذي تحته ومماسّ له. وينفصل من هذا الفلك فلك آخر فيما بين سطحيه المتوازيين يحدّه سطحان كريان متوازيان أيضاً، مركزهما خارج عن مركز العالم؛ السطح الأعلى منهما يماسّ السطح الأعلى من الفلك الكليّ على نقطة مشتركة بينهما ـ وتسمّى الأوج ـ والسطح الأدنى منهما يماسّ السطح الأدنى من الفلك الكلي على نقطة مشتركة بينهما ـ تسمّى الحضيض.

وأمّا الفلك الثالث ـ أعني فلك التدوير ـ فغير شامل للأرض وهو في ثخن الفلك الثاني فيما بين سطحيه المتوازيين بحيث يساوي قطره آ سمكه ويماسّ سطحه سطحيه. ى ٤٨ و
والكوكب جسم كريّ مغرق في هذا الفلك بحيث يماس †سطحه سطحه† على نقطة /مشتركة ١٥٠ و
بينهما.

فأمّا الفلك الكلّي للكوكب فقد قسموه إلى قسمين وجعلوا أكر الكواكب الشاملة للأرض اثنين، وسمّوهما بالممثل والحامل؛ وهو منقسم على هذا الرأي إلى ثلاثة أكر طباق شاملة للأرض: فالكرة الأولى منها المتمّم الأعلى، ويحدّه سطحان كريان غير متوازيين، مركز السطح الأعلى منهما مركز العالم ومركز الأدنى خارج عنه. وهذا المركز هو مركز الحامل. والسطح الأدنى منهما يماس السطح الأعلى على نقطة مشتركة بينهما.

⌐والكرة الثانية وتسمّى الفلك الحامل يحدّها سطحان كريان متوازيان مركزهما خارج م ٦١ و
عن مركز العالم وهو الذي تقدم ذكره.

والكرة الثالثة وهي المتمّم الداخل يحدّها سطحان كريان غير متوازيين، مركز السطح

١ ـ منها: منهما في ى، الحاوي: وهو الحاوي في ى.
٢ ـ مستدير: مستنديز في م. كريان: سقطت في ى.
٣ ـ ومماسّ له: سقطت في ى.
٤ ـ حاوٍ: حاوي في ى. وينفصل: ينفصل في ى.
٥ ـ كريان: سقطت في ى.
٦ ـ الفلك: الفلك المائل في ى.
٩ ـ للأرض: الأرض في ى.
١١ ـ †...† كذا في ى، «سطحه سطحيه» في ب و م.
١٤ ـ للأرض: الأرض في م. سمّوهما: كذا في ى، سمّوها في ب و م.
١٥ ـ للأرض: الأرض في م.
١٦ ـ السطح: كذا في ى، الأسطح في ب و م.
١٨ ـ وتسمّى: تسمّى في ى.

١٥٠ و

الأعلى مركز الحامل ومركز الأدنى مركز العالم وهـو يماسّ السـطح الأعلى عـلى نقطة مشـتركة. وفلك التدوير في ثخن الحامل على ما سبق.

فصل: في هيئة أفلاك عطارد.

وأمّا أفلاك عطارد فإنّهم تصوّروا له أفلاكاً مثل أفلاك الكواكب الأربعة، وسمّوا الفلك المتوازي السطحين منها †وهو الأوسط من الثلاثة† مديراً: وقسموا هـذا المدير أيضاً كقسمة الفلك الكلي للكواكب ـ أعني بمتممين وبمتوازي السـطحين ـ وسمّـوا هـذا المتـوازي فلكاً حاملاً. وفي سمـك هذا الحـامل فيـما بين سـطحيه المتـوازيين فلك التـدوير. [انـظر الشكل رقم ١٣].

وقد عدّوا أكره الشاملة للأرض في كتبهم ثلاثـة؛ وهي على هـذا الرأي الـذي ارتضوه خمسـة غير فلك التـدويـر: الكـرة الأولى منهـا وهي المتمم الأعـلى من متمّمي الفلك المـديـر ويسمّى بالممثل، إذ على محيطها الفلك الممثل، يحدّها سطحان كريان غير متوازيـين، السطح الأعلى منها مركزه مـركز العـالم وهو محـوي لمقعر فلك الـزهرة †عـلى رأيهم†، والسطح الأدنى منها مركزه خارج عن مركز العالم وهو مـركز المدير. يمـاسُّ السطح الأدنى منهـا الأعلى عـلى نقطة مشتركة تسمّى أوج عطارد، وهو متحرك إلى التوالي مثل حركة الكواكب الثابتة.

ويليها الكرة آ الثانية يحـدّها سـطحان كـريان غـير متوازيـين أيضاً وهـو المتمم الحاوي للفلك الحامل ـ أعني القسم العالي من قسمي المديـر ـ سطحهـا الأعلى محـوي للسطح الأدنى للمتمم الأول، والسـطح الأدنى منها حـاوٍ للفلك الحامـل ومركـزه خارج عن مـركز السـطح الأعـلى ويماسّ الأدنى لـلأعلى عـلى نقطة مشـتركة هي أوج عـطارد الثـاني المتحـرك بـالحـركـة ن ٤٨ ظ

---

١ ـ على: سقطت في بر وم.
٤ ـ وسمّوا: وجعلو في ن.
٥ ـ †...† : سقطت في ن. أيضاً: سقطت في ن.
٦ ـ المتوازي: المتوازي الثاني في ن.
٧ ـ حاملاً: كذا في ن، حامل في بر وم. سطحيه: كذا في ن، سطحي في بر وم.
١٠ ـ وهي: كذا في ن، هي في بر وم.
١٢ ـ †...† : سقطت في ن.
١٤ ـ مشتركة: مشتركة بينهما في ن.
١٧ ـ حاو: حاوي في ن.
١٨ ـ للأعلى: الأعلى في م.

السريعة. وحركة هذا الأوج أسرع من حركة أوجه الأول - وهي على رأيهم إلى خلاف التوالي مثل حركة الشمس.

ويليها الكرة الثالثة ويحدها سطحان كريان متوازيان مركزهما واحد خارج عن مركز المدير وعن مركز العالم تسمّى الحامل. السطح الأعلى محوي للسطح الأدنى من الكرة الثانية، والسطح / الأدنى منها حاو للكرة ⌐ الرابعة. ١٥٠ ظ - م ٦١ ظ

والكرة الرابعة يحدّها سطحان كريان غير متوازيين، السطح † الأعلى منهما محويّ لمقعر الكرة الثالثة ومركزه مركزه، والسطح† الأدنى منها حاوٍ للسطح الأعلى من الكرة الخامسة وهو مماس للسطح الأعلى على نقطة مشتركة بينهما. وهذا المتمّم المحوي للفلك الحامل هو القسم الأدنى من المدير.

ويليها الكرة الخامسة، ويحدّها سطحان كريان غير متوازيين، السطح الأعلى منهما محوي للسطح الأدنى من الكرة الرابعة وعلى مركزها. والسطح الأدنى منهما هو الحاوي لفلك القمر ومركزه مركز العالم، وهو مماسّ للسطح الأعلى على نقطة مشتركة بينهما، وهو القسم الأدنى من الممثل.

فأمّا فلك التدوير فكُرةٌ مصمتة مغرقة في ثخن الحامل فيما بين سطحيه المتوازيين بحيث يماسّ سطحها سطحيه ويساوي قطرها ثخنه.

والكوكب جسم كريّ مُصمَتٌ مغرق في فلك التدوير بحيث يماسّ سطحه سطحه على نقطة مشتركة.

هذا خلاصة ما اعتقدوه من هيئة أفلاك الكواكب. فأمّا مناطق الأُكر المائلة، وهي التي تكون عن الدوائر التي ترسمها مراكز أفلاك التداوير بحركتها الخاصة لها، إذا توهمت هذه الدوائر قاطعة للعالم فإنّها تحدث في الفلك الأعلى دوائر مائلة، وكذلك تحدث في أفلاك الكواكب الكلية دوائر مائلة عن سطح البروج في جهتي الشمال ⌐ والجنوب. وعلم أنها دوائر عظيمة لقطعها دائرة البروج بنصفين، ولأن ميلها عن البروج ميل متشابه. وهذا الميل ثابت ں ٤٩ و

---

١ - وحركة: حركة في ں.
٣ - ويحدها: يحدها في ں و م.
٥، ٧ - حاو: حاوي في ں.
٦، ٧ - †...† على هامش ں.
٨ - مشتركة: المشتركة في م. هو: وهو في جميع النسخ.
١٩ - هذه: سقطت في ں و م.
٢٢ - ميل متشابه: ميلاً متشابهاً في ں، ميل متشابهة في ں.

القدر لا يتغيّر، ما خلا ميل فلكي الزهرة وعطارد على رأي بطلميوس وقد تقدم ذكرهما. فأمّا مناطق أفلاكهما الكلّيّة ففي سطح البروج، وعلى محوره حركات أوجاتها إلّا أوج عطارد الثاني.

فصل: في نعت حركات هذه الكواكب، والجهة التي منها عرف عدد محركاتها.

لمّا كانت حركات هذه الكواكب مختلفة في السرعة والبطء عند مركز فلك البروج عُلم أنّ لكل كوكب منها فلكاً يحركه منفصل عن غيره. ولمّا وجد بالرصد في حركة الكوكب نفسه اختلاف عند مركز العالم ـ أعني أنّه يقطع في الأزمان المتساوية ⌐بالنسبة إليه قسيّاً مختلفة ـ م ٦٢ و عُلم أنّ حركته ليست على مركز العالم وإلّا لما اختلفت حركاته عنده. ولمّا لم يعُد ذلك الاختلاف حين تتم عودة الكوكب في فلك البروج، عُلم أنّ محرّكه أكثر من واحد.

وتعدُد هذه الأفلاك وكثرتها على الوجه المشروح في الهيئة مبنيٌّ على مقدّمات: منها أنّ حركات الأفلاك دوريّة متصلة مستوية ـ أعني أنّها تقطع في الأزمان المتساوية قسيّاً متساوية بالنسبة إلى مراكز أُكرها، ومنها الارصاد القديمة والمحدثة وما بينها من الزمان، ومنها استخراج معرفة الزمان الدوري ـ /وهو الذي في مثله تعود أحوال الكواكب فيه من الرأس. وهذا ١٥١ و الزمان إنّما يكمل عند اتمام العودات التي يكون للكواكب بسببها اختلاف عندنا. وعلى هذا الزمان تُقسم اجزاء الدورات فتحصل بالقسمة المسيرات الوسطية في أيام الزمان المقسوم عليه.

---

١ ـ رأي: سقطت في بر و م.
٤ ـ فصل: الفصل التاسع والثلاثون في ں.
٦ ـ مختلفة: كذا في ں، المختلف في م، المختلفة في بر. البطء: البطؤ في بر، البطو في م، البطوء في ں.
٧ ـ أنّ: سقطت في بر و م. منفصل: منفصلاً في بر و م. وجد: يوجد في ں.
٨ ـ انّه: أن في م.
٩ ـ ليست: ليس في ں.
١٠ ـ أكثر: أكبر في م.
١١ ـ تعدُد: غير منقوطة في ں وإنّما شكلت الدال بالضم، بعدد في بر، ويعدَد في م.
١٢ ـ انها: سقطت في ں.
١٣ ـ استخراج: كذا في ں، استخرج في بر و م.
١٤ ـ مثله: كذا في ں، مثليه في م، مثلثه في بر. الكواكب: الكوكب في بر و م.
١٥ ـ للكواكب: كذا في ں للكوكب في بر و م.
١٦ ـ الوسطية: الوسطى في ں. أيام: سقطت في ں.

١٥١ و

ولمّا وجدت هذه الكواكب متحركة إلى توالي البروج تارة ـ وفي هذه الحالة تسمّى مستقيمة السير ـ وفي سيرها هذا تكون مسرعة تارة ومبطئة أخرى، وأيضاً ترى واقفة لا يرى لها حركة، ثم توجد أيضاً متحركة تارة إلى خلاف التوالي ـ وتسمّى في هذه الحالة راجعة ـ لكنّها مع ذلك تقطع بسيرها المستقيم ٱجميع دائرة البروج فحدسوا أنّ مركز الكوكب إمّا أن ى ٤٩ ظ يكون محمولاً على فلك† شامل للأرض خارج المركز وامّا أن يكون محمولاً على فلك† غير شامل للأرض ـ ويقال له فلك التدوير ـ فإذا تحرّك على مركزه حرّك الكوكب تارة إلى التوالي وتارة إلى خلاف التوالي. ولما كان الكوكب يقطع بحركته المشرقية جميع دائرة البروج †وجب أن يكون لفلك التدوير فلك آخر يحمله فيدير مركزه حول مركز البروج†، وإلاّ لما تكمّلت دورته في البروج. وهذه الحركة †التي حصلت لمركز التدوير حول مركز البروج إمّا أن تكون لفلك خارج المركز عن مركز البروج وإمّا أن تكون لفلك مركزه هو مركز البروج ويسمّى الموافق المركز. فإن كان الكوكب †محمولاً على محيط فلك خارج المركز فسيكون لهذا الفلك م ٦٢ ظ فلك أخر محيط به يديره إلى خلاف الجهة التي يتحرك إليها †لأنَّ غاية اختلافه ليست في موضع واحد من فلك البروج. ويجب أن تكون الحركة إلى خلاف التوالي أقل من الحركة إلى التوالي وأن †تكون حركته متى صار في أبعد بعده عن مركز فلك البروج مقهورة عند حركة محركه إلى خلاف التوالي ليحصل له الرجوع وفي أقرب قربه قاهرة لتلك الحركة. ويكون الوقوف عند تكافؤ الحركتين في موضعين بينهما. †والذي يتم به الأمر للكواكب الخمسة من هذه الأصول إنّما هو الوجه الثاني فقط† لأنَّ للكواكب أحوالاً اخر إنّما تتم به فقط: منها أنَّ

---

١ ـ متحركة: متحيرة في ى وقد صححت على الهامش.

٢ ـ وأيضاً: وتارة وأيضاً في ى.

٤ ـ فحدسوا: فحدسو في ى.

٥ ـ †. . .† سقطت من ى. للأرض: الأرض في م.

٧، ٨ ـ †. . .† على هامش م سقط منها «حول مركز».

٨ ـ فيدير مركزه: فيديره في ى. تكمّلت: تكاملت في ى.

٩، ١١ ـ †. . .† عوّض عنها في ى بالعبارة التالية: «المنسوبة إلى البروج تحصل للكوكب بالعرَض من تلك الحركات. فلا جرم تكون مختلفة. وامّا أن يكون. . .».

١١ ـ محيط: على هامش بر. فسيكون: ويكون في ى.

١٢، ١٤ ـ †. . .† سقطت في ى.

١٤ ـ تكون: فتكون في ى. صار: صار الكوكب في ى. مقهورة: كذا في ى، مهورة في بر وم.

١٥ ـ التوالي ليحصل له الرجوع: الجهة في ى، له: فوق السطر في م. الحركة: الحركات في ى. ويكون: يكون في ى.

١٦ ـ تكافؤ: تكافى في بر وم، تكافو في ى.

١٦، ١٧ ـ †. . .† عوض عنها في ى بالعبارة التالية: والمجاز من هذين الأصلين إنّما هو الأول. . .» وعلى الهامش اضيف: «أعني التدوير».

١٧ ـ أحوالاً: أحوال في بر وم.

جرم الكوكب حين يكون راجعاً يرى أعظم منه حين يكون مستقيماً، فبطل الأول، ومنها أنّ له غايتين من التعديل تزيد إحداهما على الأخرى، †فبطل الثالث - أعني أنّ الحامل موافق المركز - وذلك أنّ حركة الكواكب الثلاثة† وهي زحل والمشتري والمريخ أبطأ من حركة الشمس بالنسبة إلى قطعها فلك البروج. فلذلك كانت الشمس هي التي تتصل بكل واحد من آ هذه الكواكب. ب ٥٠ و

وإذ قد تقدمت هذه الأشياء† فأقول: إنّ الحامل لفلك التدوير لا يكون فلكاً موافق المركز بل فلكاً خارج المركز يحرّك التدوير إلى التوالي. وذلك أنّ لكل واحد من الكواكب اختفاآت مختلفة أزمانها. وقد تبيّن أنّ الحركة التي تلحقه من جهة حركة التدوير / متشابهة. ١٥١ ظ فبقي أنّ الاختلاف في أزمان الاختفاء إنّما يكون من قبل حركة مركز التدوير بحركة الحامل، لأنّه متى أسرع في الحركة أبطأ خروج الكوكب من الشعاع، ومتى ابطأت حركة المركز أسرع خروجه من الشعاع. ومن أجل أنّ †الشمس إذا قارنت كوكباً منها فإنّما تقارنه ⌝ وهو في وسط م ٦٣ و أسرع ما يكون من سيره - وأعني بسرعة المسير أنّ الزاوية التي يقطعها عند مركز العالم في زمان مّا أعظم من الزاوية التي يقطعها بمسيره الوسط في زمانٍ مساوٍ لذلك الزمان - وإذا قابلته فإنّما تقابله وهو في وسط زمان رجوعه. ووجدت هاتان الحالتان في الكواكب الثلاثة العلوية متكررة مستمرة في هذه الاتصالات لا تتغيّر. فعلم من ذلك أنّ حركة مركز تدوير الكوكب وحركته على محيط التدوير مجموعة مساوية لحركة الشمس، † لأنّ كل واحد من زحل

---

١ - فبطل الأول: سقطت في ب وعوض عنها بالتالي: «وأيضاً زمان سرعة الكوكب أعظم من زمان بطئه ورجوعه، فلا يكون على خارج مركز متحرك إلى التوالي».

٢ - احداهما: قبل هذه كلمتان غير مقروءتين في بر كأنهما شطبتا لأنهما لم تردا في م ولا في ب ويكتمل المعنى بدونهما، احديهما في بر وم.

٢، ٣ - †. . . † عوض عنها في ب بالتالي: «وهذا لا يتم بالخارج المركز لأنّ الغايتين حينئذ تكونان شيئاً واحداً وهو جيب القوس التي تفصل فيما بين الخطّين القائمين على القطر المار بالمراكز، ومنها أن نهاية ميله في جهتي الشمال والجنوب مختلف؛ فإنّه إذا رصد نهاية ميله فوجد مقداراً ثم رصد في الدورة الأخرى فوجد أقلّ أو أكثر علم حينئذ أنّ له فلك تدوير إذا كان في أعلاه في النهاية مال قليلاً وان كان في أسفله كان كثيراً. وعلى الوجه الثاني - أعني الفلك الخارج المركز لا يتم جميع ذلك. فأمّا الكواكب العلوية. . .».

٣ - أبطأ: فهي ابطأ حركة في ب.

٦، ١١ - †. . . † عوّض عنها في ب بالتالي: «فنفرض أنّ الكوكب محمول على فلك تدويره وتحريكه له، وهو في أعالي التدوير، إلى توالي البروج وفي أسفله إلى خلاف التوالي، ومركز التدوير ينتقل بحركة الفلك الحامل إلى التوالي. ولمّا وجدت. . .»

٩ - الاختفاء: الاحيفاء في م.

١٢ - المسير: سيره في ب.

١٤ - فإنّما: قائماً في م. هاتان الحالتان: هاتين الحالتين في ب.

١٥ - الاتصالات: الاتصالات على الحالة المذكورة في ب. تدوير الكواكب: التدوير للكواكب في ب.

١٦ - † هنا يبدأ اختلاف النص في ب، انظر ما يلي.

١٥١ ظ

والمشتري والمريخ إنّما تقارنه الشمس وهو في ذروة تدويره وسرعة حركته ثِمّةٌ، وتقابله في وسط زمان رجوعه، وهذه الحالة مستمرّة فيها دائمة. فتكون الشمس قد سارت من وقت المقارنة إلى وقت المقابلة بقدر ما سار مركز التدوير والكوكب على محيط التدوير، لأنّ فضل مسير الشمس على مسير مركز التدوير نصف الدائرة ومسير الكوكب من الذروة نصف التدوير. فمجموع حركتي مركز تدوير كل واحد منها وخاصته مثل وسط حركة الشمس†.

وأمّا الكوكبان الباقيان وهما الزهرة وعطارد فإنّ حركة مركز التدوير لكل واحدٍ منهما مثل حركة الشمس الوسطى، وذلك أنّهما يبعدان عن الشمس في جهتي المشرق والمغرب †بعداً محدوداً† لا يتجاوزانه. وغاية هذا البعد أعظم زاوية يوترها نصف قطر تدوير كل منهما تقريباً. فمتى بلغ أحدهما الخط الخارج من مركز العالم المماسّ لفلك تدويره رجع طالباً للشمس. وكذلك متى قارن واحد منهما للشمس فإنّه لا يلبث أن يفارقها بسيره المسمّى الخاصة. فإن كان مستقيماً سبقها إلى التوالي وان كان راجعاً تخلّف عنها. وغاية ما يبعد عنها بقدر ما يوتره نصف قطر تدويره ⌐تقريباً، ومبلغه إمّا في الزهرة مز درجة وإمّا في عطارد فنحو من كح. ويظهر من هذا أنّ حركة مركز تدوير كل واحد منهما مثل حركة الشمس الوسطى وإلاّ لما استمرّت هذه الأحوال فيهما. فتأكد هذا الرأي بدوام هذه الحالة واستمرارها فيهما. وكان كل واحد من هذين آ الكوكبين متى فارق الشمس وكان مستقيماً† فإنّه يكون مسرعاً† في سيره ويبعد عنها فيرى في جهة المغرب بعد غيبتها، ولا يزال يزداد بعده عنها إلى غاية له ـ وهذه الحالة تسمّى البعد المسائي للكوكب ـ ويرى في هذه الغاية متحركاً حركة

(هامش: م ٦٣ ظ — ں ٥٠ ظ)

---

١ ـ تدويره: التدويره في م. ثِمّةٌ: بمعنى بطيئة؟ والثِمّة هو الشيخ (القاموس ثمم).
٥ ـ وسط حركة: حركة وسط في بر وقد كتب بخط صغير جداً كلمة «مؤخر» فوق «حركة»، و«مقدم» فوق «وسط». †. هنا ينتهي اختلاف نص ں الذي ابتدأ سابقاً. فهذه الفقرة في بر وم عوّض عنها في ں بالتالي: «لأنّه في كل اجتماع يعود إلى الحالة التي كان عليها، وكذلك في كل استقبال».
٦ ـ الكوكبان الباقيان: الكوكبين الباقيين في ں.
٧ ـ انّهما: انهما إنما في ں. جهتي: جهة في بر وم.
٨ ـ †. . . † على هامش بر. أعظم زاوية: قوس في ں. كل منهما: كل واحد منهما في ں.
٩ ـ لفلك: للفلك في م. طالباً: طالب في بر وم.
١٠ ـ يلبث: يمكث في بر وم.
١١ ـ الخاصة: بالخاصة في ں.
١٢ ـ بقدر: بمقدار في ں. تقريباً: سقطت في ں. الزهرة: «الزهرة فنحو من» في ں.
١٤ ـ الوسطى: يلي ذلك في بر كلمة غير مقروءة لم ترد في ں وم ويستقيم المعنى من دونها فكأنها أضيفت سهواً. فتأكد: وتأكد في ں.
١٥، ١٦ ـ †. . . † فوق السطر في ں.
١٦ ـ ويبعد: فيبعد في بر وم. عنها: «عنها في جهة المشرق» في ں. فيرى: فيرا في ں.

متوسطة، ثم يبطىء في حركته فتقرب الشمس منه وحركته تتناقص إلى أن تتكافأ الحركتان اللتان / تحركان الكوكب ـ أعني حركة مركز تدويره إلى التوالي وحركة الخاصة للكوكب إلى ١٥٢و خلاف التوالي ـ فيرى مقيماً ويسمّى المقام الأول. وبعد هذا المقام يحدث للكوكب الرجوع، فيرجع بحركته الخاصة إلى خلاف التوالي فيقارن الشمس ثانية، ثم يتخلّف عنها برجوعه فيرى وقد طلع قبل طلوع الشمس. ثم يقلّ رجوعه إلى حين تتكافأ الحركتان أيضاً ويقف ثانية ـ ويسمّى المقام الثاني للكوكب ـ ثم يستقيم، فيكون مستقيماً، وهو مع ذلك بطيء السير إلى أن يبلغ غاية بعده منها ـ ويسمّى البعد الصباحيّ. وعند هذين البعدين ـ أعني الصباحي والمسائي ـ ترى حركة الكوكب متوسطة. ثم يسرع في سيره فيقارنها مرة أخرى. ويعود الأمر من الرأس. †وقد وجد مجموع البعدين الصباحي والمسائي لكل واحد منهما ومركز التدوير في موضع معينّ من فلك البروج مخالفاً لمجموع بعديه ومركز التدوير في موضع آخر منه. فتبينّ من ذلك أنّ لمركز التدوير قرباً وبعداً عن مركز العالم وإلاّ لما ⌝أوتر مجموع م ٦٤ و البعدين زوايا مختلفة عند مركز العالم. فالحاملان لمركزي تدويري هذين الكوكبين خارجان†.

ثمّ انّ بطلميوس بحث عن الزمان الذي تعود فيه حركات الكواكب متشابهة ـ وهذا الزمان هو المسمّى بالزمان الدوري ـ وهو الذي تكمل فيه دورات أفلاك الكواكب، وعلى هذا الزمان تقسم أدواره فيحصل من القسمة حركة واحد واحد من أفلاكه.

وقد قال في كتاب **الاقتصاص** انّ القمر يكمل عوداته في ‾٨٥٢٣‾ سنة شمسية ـ ويعني بالسنة الشمسية عودة الشمس بحركة فلكها الحامل من نقطة من فلك البروج إلى تلك

---

١ ـ إنْ: حين في ں. تتكافأ: تتكافى في جميع النسخ.
٤ ـ ثانية: «ثانية، وذلك في وسط زمان رجوعه» في ں.
٥ ـ تتكافأ: تتكافى في ں.
٦ ـ ويسمّى: «ويسمّى هذا» في ں.
٧ ـ وعند: «وعند غاية» في ں.
٨ ـ فيقارنها: «إلى أن يقارنها» في ں.
٩ ـ †: هنا يبدأ نص زائد في بر و م، ولم يرد في ں.
١١ ـ قرباً وبعداً: قرب وبعد في بر و م.
١٢ ـ خارجان: على هامش بر. † هنا أيضاً ينتهي النص الزائد في بر و م على ں.
١٣ ـ حركات الكواكب: حركة الكوكب في ں.
١٤ ـ الدوري: على هامش م العبارة التالية: «مطلب في تعريف الزمان الدوري».
١٥ ـ حركة واحد . . . : كذا في ں، سقطت في بر، واحد في م.
١٦ ـ ‾٨٥٢٣‾ : ‾٨٥٢٢‾ في بر و م وهي خطأ إذ في الاقتصاص [الكتاب الأول الفصل الثالث ص ١٥ من المنشور]: «ثمانية ألف وخمس ماية وثلثة وعشرين سنة»، شمسية: «من السنين الشمسية» في ں.

١٥٢ و

النقطة بعينها ـ وتكون هذه السنون من سني المصريين ٨٥٢٨ سنة مصريّة و٢٧٧ يوماً وثلث يوم وخمسي جزء من جزء من ستين يوم بليلته. وتكون من الشهور القمرية ١٠٥٤١٦ . وفي هذا الزمان آ يكمل القمر إمّا من عودات مركز التدوير في الطول حول مركز العالم ١١٣٩٣٩ عودة، وامّا عوداته الخاصة ـ أعني حركة فلك التدوير على مركزه ـ وتسمّى بالاختلاف فإنّها تتم في ٣٢٧٧ شهراً قمريةً ٣٥١٢ عودة. ب ٥١ و

وأمّا عوداته في العرض ففي ٥٤٥٨ شهراً قمريّة يتم له من عودات العرض ٥٩٢٣ عودة تامة.

وأمّا كوكب عطارد فيكمل له من العودات في الطول ـ أعني حركة مركز التدوير حول مركز العالم ـ ٩٩٣ في ٩٩٣ سنة من السنين الشمسية المذكورة. ويَكمُل له في هذا الزمان

---

١ ـ بعينها: كذا في ب، بعينه في بر و م. ٨٥٢٨ : في كتاب الاقتصاص ٩٥٢٨ وهي خطأ في جميع نسخ الاقتصاص.

٢ ـ خمسي جزء من: «جزء من» على هامش ب، وقد سقطت في بر و م فبقي: «خمسي جزء من ستين من يوم» وهو خطأ إذ المقصود هو ٢٤ ثانية وليس ٢٤ دقيقة كما في نص بر و م.

٣ ـ ١٠٥٤١٦ : ١٠٦٤١٦ في جميع النسخ، علامة الصفر «٥» في ب «ج» في بر و م. وهذا الرقم هو الوارد في الاقتصاص خطأ: «مایة ألف وستة آلاف وأربع مایة وستة عشر» اقتصاص ص ١٥٠. انظر HAMA ص ٩٠١ هامش ٣.

٤ ـ ١١٣٩٣٩ : ١١٤٩٣٩ في جميع النسخ وأظنّه خطأ إذ لو حسب بالأعداد التي اثبتها بطلميوس لحركة القمر في الطول أي ١٣؛١٠،٣٤،٥٨،٣٣،٣٠،٣٠ درجة في اليوم وضرب ذلك في عدد الأيام في ٨٥٢٣ سنة شمسية أي ٣١١٢٩٩٧٠٣٤ وقسم المبلغ على الأدوار التامة (٣٦٠ درجة) لكان عدد الأدوار ١١٣٩٣٩. فمن الواضح أن العدد ٣ قرىء خطأ ٤.

٥ ـ بالاختلاف: الاختلاف في بر و م. في: به في بر، سقطت في ب و م. شهراً قمرية: كذا في ب شهر قمرية في بر و م. ٣٢٧٧ : في الاقتصاص: ثلثة آلاف ومايتين وسبعة وسبعين شهراً». ص. ١٦. ٣٥١٢ : في الاقتصاص: «ثلثة الاف وخمس مایة واثنتا عشرة». ص ١٦.

٦ ـ ٥٤٥٨ : في الاقتصاص: «خمسة ألف وأربع مایة وثمانية وخمسين» ص ١٦، ٥٤٥٧ في م.

٨ ـ العودات: الغدوات في م.

٩ ـ المذكورة: عبارة الاقتصاص: «وأمّا كوكب عطارد ففي ٩٩٣ سنة من السنين الشمسية المأخوذة من عوداتها إلى الأوجات وإلى مواضعها من كرة الكواكب الثابتة ويكون ذلك من السنين المصرية ٩٩٣ سنة ومن الأيام بلياليها ٢٥٥ يوماً، ح ند ح د مونا بالتقريب تتم له من عودات الاختلاف ثلثة آلاف ومایة وخمسين عودة» ص ١٦.

من عوداته الخاصة ـ أعني حركة مركزه على محيط التدوير ـ المسمّى بالاختلاف ٣١٥٠ عودة تامة.

وأمّا كوكب الزهرة فيكمل لها من عوداتها في الطول ٩٦٤ في ٩٦٤ سنة من السنين الشمسية المذكورة، وفي مثل هذا الزمان يتم لها من عوداتها / الخاصة ٦٠٣ عودات تامة. ١٥٢ ظ

وأمّا كوكب ⌐ المريخ فيكمل من العودات في الطول في ١٠٢٠ سنة من السنين م ٦٤ ظ
الشمسية المذكورة ٥٤٧ عودات تامة. وأمّا عوداته الخاصة في مثل هذا الزمان ٤٧٣ عودة.

وأمّا كوكب المشتري فيكمل له من العودات في الطول في ٧٧٠ سنة من السنين الشمسية المذكورة ٦٤ عودة تامة، ومن عوداته الخاصة ٧٠٦ عودة.

وأمّا كوكب زحل فيَكمُل له من العودات في الطول في ٣٢٤ سنة من السنين الشمسية المذكورة ١١ عودة تامة ومن عوداته الخاصة ٣١٣ عودة تامة.

---

١ ـ ٣١٥٠ : ٣٠٠٧ في جميع النسخ وصححت هنا حسب عبارة الاقتصاص، عودة تامة: عودات بالتقريب في ي.

٣ ـ في الطول: «في ٩٦٤ سنة في الطول» في ي. سنة: على هامش ي.

٤ ـ عودات تامة: عودة تامة في ي، عبارة الاقتصاص: «وأمّا كوكب الزهرة ففي ٩٢٤ [٩٦٤ في مخطوط ليدن] سنة شمسية من مثل السنين التي ذكرناها وهي من السنين المصرية ٩٦٤ سنة ومن الأيام بلياليها ٢٤٧ يوماً لد ب مه كج م كح [م كما في مخطوط ليدن] بالتقريب تتم له عودات الاختلاف ستماية وثلاث عودات». ص ١٦.

٥ ـ فيكمل: فيكمل له في ي. سنة: سقطت في ي.

٦ ـ عودات: عودة في ي. وأمّا: «ومن» في ي.

٧ ـ عودة¹ : عبارة الاقتصاص: «وأمّا كوكب المريخ ففي ألف سنة وعشرة سنين شمسية من مثل هذه السنين التي ذكرناها وهي تكون من السنين المصرية ألف سنة وعشرة سنين ومن الأيام بلياليها ٢٥٩ يوماً كب ة نو يو كز ن بالتقريب تتم له من عودات الاختلاف أربع ماية وثلاثة وسبعون عودة» ص ١٦.

٩ ـ عودة² : عودات في ي، عبارة الاقتصاص: «وأما كوكب المشتري ففي سبع ماية وسبعين سنة شمسية من مثل السنين التي ذكرناها وهي تكون من السنين المصرية سبع ماية وسبعين سنة ومن الأيام بلياليها ١٩٨ يوماً ح ط يح ج كو نزة بالتقريب تتم له من عودات الاختلاف سبع ماية وست عودات». ص ١٦.

١٠ ـ سنة: سقطت في ي. من السنين: على هامش بر.

١١ ـ عودة تامة: عبارة الاقتصاص: «وأمّا كوكب زحل ففي ٣٢٤ سنة شمسية من هذه السنين التي =

١٥٢ ظ

فإذا بسطت هذه السنين أياماً والدورات درجاً وقسمت الدرج كل صنف منها على أيامه كان الخارج إمّا من قسمة أجزاء التدوير فمسير الكوكب فيه ليوم واحد ـ وهو المسمّى الخاصّة ليوم ـ وامّا الذي يخرج من أجزاء الطول ـ يعني حركة مركز التدوير ويسمّى حركة المركز ليوم ـ فحركة الوسط. فمن هذا الطريق يوصل إلى علم حركات الكواكب الوسطى ومسيراتها ٦ في أفلاك تداويرها. ى ٥١ ظ

وأمّا الشمس فلمّا كانت تُكمِل دورتها في فلك البروج وفي الخارج معاً في زمان واحد على رأي بطلميوس لم يحتج إلى ذكر زمانها الدوري بعد أن تبينّ مقدار زمان السنة الشمسية.

فصل: في أمور تعرض للخمسة المتحيّرة في حركاتها.

ولمّا اعتبر حال واحد واحد منها وجدت حركات الكوكب الواحد في قطْعه القسي من فلك البروج متفنّنة، فتارة يرى سريع السير، وتارة مبطئاً، وتارة واقفاً، وتارة راجعاً ـ أعني متحركاً إلى خلاف التوالي. وهذه الأحوال نسبيّة وإضافية إلى الحركة المتوسطة وزمانها وجهتها. فمتى علمنا المسير الأوسط لكوكب مّا، وعلمنا مع ذلك القوس التي يقطعها بالرؤية في فلك البروج بالرصد، فقسناها بما يقطعها الكوكب ⌝ بالحركة الوسطى، ففي الحالة التي م ٦٥ و يكون زمان قطعه †لها ـ أي القوس† المقوّمة ـ أصغر، يقال إنّ سيره فيها† مسرع؛ والتي يكون زمان قطعه لها أطول، يقال إن سيره فيها† مبطىء؛ والتي يمرّ عليه فيها مدة يمكن أن يُحسّ له فيها حركة ولا يرى فيها متحركاً، يقال له إنّه واقف أو مقيم. ومتى وجدت حركته إلى خلاف التوالي قيل إنّه راجع.

ولمّا علمت حركات الكواكب الوسطى وقيّدت مواضعها من نقطة من البروج في وقت

= ذكرناها وهي تكون من السنين المصرية ٣٢٤ ومن الأيام بلياليها فج يوماً يب كو يط يد كه مح بالتقريب تتم له من عودات الاختلاف ثلث مائة وثلثة عشر عودة». ص ١٦.

٧ ـ يحتج: يحتاج في ى. تبينّ: بين في ى و م.

٨ ـ فصل: الفصل الأربعون في ى.

٩ ـ واحد: سقطت في بر.

١٠ ـ متفننة: كذا في م، ناقصة النقط في بر و ى. سريع السير: ى تضيف «وتارة متوسطة». مبطئاً: مبطىء في ى.

١٢، ١٣ ـ بالرؤية في فلك البروج: في فلك البروج بالرؤية في ق.

١٣ ـ فقسناها: فقايسناها في ى.

١٤ ـ زمان: على هامش ى. †...†: سقطت في بر و م.

١٤، ١٥ ـ †...†: سقطت في م.

١٥ ـ يمكن أن: على هامش ى.

١٨ ـ وقيّدت: ى تضيف «حركاتها».

مّا فلذلك تكون مواضعها في الأزمنة المعلومة البعد عن ذلك الوقت معلومة من قبل الحساب. وكذلك تكون من قبل الرصد معلومة أيضاً. †فأحوال حركات الكواكب† من السرعة والابطاء وغيرهما تكون معلومة. /ومن هذه الأحوال† تحصل معرفة عدد أفلاكها ١٥٣ و وهيئتها†.

فصل: في معرفة أفلاك الكواكب.

أمّا فلك التدوير، فإنّه لمّا كان للخمسة الكواكب رجوع واستقامة، وهذا الأمر لا يتهيّأ للكوكب بأن يكون على فلك واحد محيط بالأرض، سواء كان ˥ مركزه خارجاً أو كان مركزه ىـ٥٢ و مركز العالم؛ لأنّه ان كان مركز الفلك الحامل المحرّك للكوكب مركز العالم وحرّكه إلى التوالي فلا يتصوّر في حركته البطء والسرعة فضلاً أن يوجد له الرجوع، وان كان مركزه خارجاً عن مركز العالم فحركته دائماً إلى جهة واحدة، فيبطىء في حركته حين يكون في أبعد بعده وما يقرب منه ويسرع حين يكون في أقرب قربه وما يقرب منه، ويتوسط فيما بين ذلك، فلا يتصوّر أن يظهر في حركة الكوكب الرجوع بفلك واحد محيط بالأرض.

وقد يمكن أن يتمّ ذلك بفلكين محيطين بالأرض بأن تكون حركتاهما في جهتين مختلفتين. فيكون أحد المحرّكين للكوكب مركزه مركز العالم ومركز الآخر خارجاً عنه. وليكن مثلاً حركة الخارج - أعني الحامل - إلى التوالي وحركة الموافق إلى خلاف التوالي. وحركة الخارج يجب أن تكون أعظم من الموافق ليتمّ الكوكب دورانه على ˥ التوالي. ويكون خروج م٦٥ظ المركز كثيراً بحيث تكون الأجزاء التي يقطعها الكوكب بحركة الفلك الخارج عند أوج الخارج

---

١ - فلذلك: فوق السطر في ىـ، فكذلك في بر و م. الأزمنة : «الأمر منه في م».
٢ - †. . . † ىـ: «وأحوال حركاتها».
٣، ٤ - †. . . † م: «تحصل وهيئتها معرفة عدد أفلاكها».
٥ - فصل: الفصل الحادي والأربعون في ىـ.
٦ - الأمر: سقطت في ىـ.
٧ - خارجاً: خارج المركز في ىـ.
٨ - العالم١: م تضيف: «فحركته». الحامل: سقطت في ىـ. وحرّكه: وحركته في ىـ.
٩ - البطء: البطو في بر و م، البطؤ في ىـ. خارجاً: خارج في ىـ.
١٠، ١١ - وما يقرب: وبالقرب في ىـ.
١١ - بين: «دون» في ىـ وقد صححت على الهامش.
١٣ - حركتاهما: حركاتها في ىـ.
١٤ - خارجاً: خارج في جميع النسخ.
١٦ - الكوكب: للكوكب في بر و م.
١٧ - الكوكب: الكواكب في م.

١٥٣ و

توتر عند مركز العالم زاوية تكون نسبتها إلى الزاوية التي يقطعها عند مركز الخارج أصغر من نسبة حركة الموافق إلى حركة الخارج. فحينئذ يرى الكوكب راجعاً.

ومعلوم أنّه متى كان في الحضيض فإنّه يكون مستقيماً ومسرعاً وبالعكس من ذلك ـ أعني لو أبدلنا جهتي الحركتين. ومتى وجدت للكوكب هاتان الحركتان فلا بد أن توجد له الأحوال الباقية، وهي البطء والوقوف.

أمّا الوقوف فيكون عند تكافؤ الحركتين المتضادتّين. وأمّا البطء فحين تكون زاوية الحركة المرئية إلى التوالي تنقص عن زاوية الحركة الوسطى. وأمّا السرعة فحين تكون المرئية التي إلى التوالي تزيد على الحركة الوسطى† التي إلى التوالي. وأمّا الرجوع فحين تكون الحركة المرئية إلى خلاف التوالي أعظم من زاوية الحركة الوسطى†.

وهذه الأحوال يتم أيضاً نظامها ويستقيم بفلك تدوير يحرك الكوكب على محيطه، ويكون مركز التدوير محمولاً على فلك محيط بمركز العالم يديره إلى التوالي متى كانت نسبة آ نصف قطر التدوير إلى الخط الواصل بين أسفل التدوير ومركز العالم أعظم من نسبة حركة الحامل إلى حركة التدوير، وهي التي بها ينتقل الكوكب. فإنّ هذه الأحوال المذكورة توجد للكوكب، ومتى لم توجد هذه النسب في أفلاك كوكب من الكواكب لا يكون له رجوع في سيره أصلاً، ولا يرى مقيماً أيضاً؛ وإنّما يكون له من الأحوال المذكورة السرعة والبطء في المسير فقط. †ولما كان غاية التعديل لكل كوكب مختلفة، لم يكن الخارج المركز كافياً في جميع ں ٥٢ ظ

٢ ـ حركة الخارج: لحركة الخارج في م.

٣ ـ وبالعكس: بالعكس في بر و م.

٤ ـ الحركتان: الحالتان في م و ں، وصححت إلى «الحركتان» في بر.

٥ ـ البطء: البطؤ في بر، البطو في م، البطوء في ں.

٦ ـ تكافؤ: تكافو في ں، تكافى في بر و م. البطء: البطؤ في بر. البطوءُ في ں، البطو في م. زاوية: سقطت في ں.

٧ ـ المرئية[٢]: سقطت في ں. الوسطى: ں تضيف «أعني إلى التوالي»، م: «التي إلى التوالي». المرئية[٢]: الحركة في ں.

٨ ـ إلى التوالي: إلى على هامش بر، التوالي: سقطت في بر. الحركة[١]: حركته في ں. التي[٢]: سقطت في بر.

٨، ٩ ـ †...†: سقطت في ں.

٩ ـ الوسطى: م تضيف «إلى التوالي».

١٠ ـ الأحوال: الحال في بر وم. أيضاً: سقطت في ں وبر.

١١ ـ يديره: فيديره في ں.

١٣ ـ الحامل: ں تضيف: «أعني الفلك الناقل لمركز التدوير والكوكب معاً إلى التوالي». الكوكب: ں تضيف: «إلى خلاف التوالي».

١٥ ـ مقيماً: مستقيماً في بر و م.

١٦، ٢ ـ †...†: ں عوّضت بما يلي: «ولمّا كان كل واحد من هذين الأصلين إنما يتم بحركتين معاً فالمختار منها فلك التدوير لأسباب...».

أحوال الكواكب، /وكـذلك الحـامل المـوافق المركـز؛ فبقي أن يكون المحـرك للكوكب فلك ١٥٣ ظ تدوير محمول على فلك خارج المركز فيهما تتم جميع اختلافاته وأحواله الكلي، فالأسباب التي† تقع في الحركات الجزئية، وقد أشرنا إليها فيما تقدم.

وأمّا الكوكبان السفليان ـ أعني ⌐الزهرة وعطارد ـ فإنّ مركزي تدويرهما خاصة يكونـان م ٦٦ و أبداً إمّا بالقرب من الموضع الوسط للشمس أو مقارنان له ويقـطعان الـبروج ـ أعني مركـزي تدويرهما ـ في زمان مساوٍ لقطع الشمس له.

فأمّا خاصة الزهرة فأنقصُ من حركـة وسطهـا. وأمّا خـاصة عـطارد فأعـظم بكثير من حركة وسطه.

ولمّا وجد لكل واحد من الكواكب الخمسة اختلاف ثان يزيد في غاية الاختـلاف الذي بسبب فلك التدوير، وذلك أنّه يوجد للكوكب غاية من الاختلاف في موضع من فلك البروج أعظم وفي موضع آخر أصغر. فلو كان فلك التدوير على فلكٍ مركزُه مركز العالم لما حصل لـه غايتان من الاختلاف وَحْدَهُ سببها، وهي الزاوية التي يوتّرها نصف قطر التدوير ـ وهو واحـد بعينه. وليس يوتّر زوايا مختلفة إلاّ بأن يقرب منّا تارةً ويبعد أخرى. فدلّ ذلـك على أنّ مـركز التدوير على دائرة مركزها خارج عن مقامنا. ومن ذلـك يتبينّ أنّـه لا يُغني في حركـة الكوكب فلك خارج من غير فلك تدوير، وإلاّ لما اختلفت غاية التعديل.

وأمّـا عطارد فـإنّ له مثـل أفلاك الكـواكب المذكـورة ويزيـد عليها بفلك يسمّى الفلك المدير. ⅂وذلك أنّه يوجد له أربع غايات من الاختلاف: منها اثنان عظيـمان متساويـان واثنان ں ٥٣ و صغـيران غير متسـاويين. ووجـد ذلك في أربـع مواضـع خاصـةٍ من فلك البروج. فحـدس بطلميوس أنّ له فلكين خارجي المركزين: الأوّل منها، وهو المسمّى بالفلك المدير، وهو حاو

---

٢ ـ فالأسباب: «فأما الأسباب» في م.
٣ ـ وقد: قد في ں.
٤ ـ خاصة: ں تضيف «أبداً».
٥ ـ إمّا: سقطت في ں. أو مقارنان له: سقطت في ں.
٦ ـ تدويرهما: تدويرها في ں.
٧ ـ خاصة: خاصيّة في ں.
٩ ـ في: على في ں وصححت على الهامش.
١٠ ـ الاختلاف: ں تضيف «مع».
١٤ ـ يغني: يجرى في بں و م.
١٥ ـ فلك تدوير: تدوير في ں.
١٦ ـ فإنّ: نّ على هامش بں.
١٨ ـ خاصة: معينة في ں، وخاصة في بں و م.
١٩ ـ انّ: فإن في م. خارجي: خارج في م. المركزين: ں تضيف: «أحدهما هو». منها، وهو: سقطت في ں.

للحامل، وأَوج هذا المدير في الميزان منتقل بنقلة كرة الكواكب الثابتة وكان في زمن بطلميوس في عشرة أجزاء من الميزان وهو الآن في سبع وعشرين درجة من الميزان، وهو يدور على مركزه فيدير جميع ما فيه من أفلاك عطارد.

والفلك الآخر المسمّى بالحامل لحمله فلك التدوير، وهو الذي يدير فلك التدوير على مركزه ومركزه منتقل بحركة ⌐الأول ـ أعني المدير. م ٦٦ ظ

فامّا انَّ لكوكب عطارد فلكاً زائداً، وهو المسمّى بالمدير، فإنّه لمّا رَصَد وجد له غايتين من الاختلاف ووجدهما متساويتين في الجهتين المتضادتين: يكون في أحدهما إلى التوالي وفي الأخرى إلى خلاف التوالي. وكان يجد هذا الاختلاف متى كان مركز التدوير في الجزء العاشر من برج الميزان أقل من غيره متى كان مركز التدوير في غير هذا الجزء من فلك البروج. †فعلم أنَّ مركز التدوير في هذا الجزء يكون† في أبعد بعده من مركز العالم. وكان يجب أن يكون الاختلاف / الذي يلحقه في الجزء المقاطر لهذا الجزء من برج الحمل في الغاية ١٥٤ و العظمى. لكنّه لمّا رصد اختلافه في الجزء المقاطر ووجده أعظم من الأول ورصده أيضاً في برجي الدلو والجوزاء فوجد له اختلافين آخرين يكونان أعظم من اللذين وجدهما في الجزء العاشر من الحمل ـ اعني الجزء المقاطر للغاية الصغرى. فعُلم أنَّ له فلكاً آخر خارج المركز غير ثابت، وأنَّ مركز التدوير يلتقي مع القرب المركب من الفلكين الخارجي المركز ـ أعني المدير والحامل ـ في الموضعين اللذين تكون غاية التعديل فيهما˥ أعظم ما تكون، إذ يستحيل ں ٥٣ ظ أن يكون هذا القرب ثابتاً مع كون مركزالتدوير يلقاه في الدورة الواحدة مرتين.

فلمّا تبيّن له أنَّ أمر عطارد لا يتم بفلك واحد خارج المركز توهّم له فلكين خارجي المركز ـ أعني المدير والحامل. ويجب أن تكون حركة الحامل مخالفة لحركة المدير في الجهة ـ أعني أنّه متى تحرّك المدير مثلاً إلى خلاف التوالي، كانت حركة الحامل إلى التوالي وبالعكس.

---

٢ ـ عشرة: عشر في م. الآن: يومئذٍ في ں. سبع: سبعة في جميع النسخ.
٤ ـ بالحامل: الحامل في ں. فلك١: لفلك في ں.
٥ ـ المدير: الفلك المدير في ں.
٦ ـ رصد: سقطت في ں. غايتين: غايتان في ں.
٩ ـ التدوير: تدويره في ں. البروج: ں تضيف: «برج الحمل ففي الغاية العظمى».
١٠ ـ †...† ں: «فعلم أنَّ في هذا الجزء يكون مركز التدوير».
١١ ـ في٢: هي في جميع النسخ.
١٢ ـ ورصده: رصده في ں.
١٣ ـ فوجد: وجد في ں.
١٥ ـ الفلكين: الفلكي في م.
١٨ ـ فلمّا: ولمّا في ں. فلكين خارجي: الفلكين الخارجي في ں.
١٩ ـ لحركة: كحركة في م.

وذلك أنّه لمّا كان الفلك المدير محيطاً بالحامل وكان مركز الحامل خارجاً عن مركز المدير ولم يكن الخط المارّ† بالمراكز هو السهم الذي يتحرك عليه الفلك المدير كانت حركة المدير† مستلزمة لحركة الحامل بالضرورة. فحركة الحامل لو اتفقت مع حركة المدير في الجهة لم يجتمع مركز التدوير مع الحضيض في الدّورة الواحدة ⌝مرتين، لأنّا متى فرضنا اجتماع الأوجين ومركز [م ٦٧ و] التدوير في دور مّا في موضع من البروج كما وجدهما بطلميوس بارصاده في عشرة أجزاء من الميزان، ثم افترقا، فأوج الحامل لو كان ثابتاً لكان البعد الأقرب في الحمل؛ لكن وجد له بعدين آخرين أقرب من بعده الذي هو في الحمل، وهما اللذان في الدلو والجوزاء. فليس أوج الحامل ثابتاً في الميزان. وان تحرّك إلى التوالي، وفرض الحامل متحركاً إلى التوالي، فإنّ مركز التدوير سيسبق أوج الحامل، لأنّه متحرك بحركة المدير التي هي حركة الأوج وبحركة الحامل أيضاً. فمركز التدوير ان لقي حضيض الحامل في الدورة الواحدة فإنّما يلقاه وقد بعد عن موضع اجتماعه مع الأوج بأكثر من نصف دائرة. فلا يلقاه سوى مرة واحدة إن كانت حركة الحامل أسرع من حركة المدير. وإن كانت أبطأ منها فلا يلقاه. وأعني بالدورة عودة مركز التدوير إلى الجزء من الميزان الذي فيه البعد الأبعد للفلك المدير ـ وهو المسمّى بالبعد الثابت. ولا يمكن مع الفَرْض أن يلقاه مرتين، والوجود بخلافه.

آ فأمّا الحالة التي يلقاه فيها مرة واحدة فهي أن تكون حركة مركز التدوير ـ أعني حركة [ں ٥٤ و] الفلك الحامل ـ مساوية لحركة المدير أو أعظم منها. وذلك إمّا ان كانت الحركتان متساويتين فإنّ مركز التدوير متى فارق أوج الحامل فسار كل واحد منهما بمسيره الخاص / نصف دائرة [١٥٤ ظ] حصل لمركز التدوير بالنسبة إلى فلك البروج دورة تامّة نصفها بالعرض فيلقى مركز التدوير حضيض الحامل عند النقطة التي كان الاجتماع عليها، لأنّه قد بعُد عن أوجه نصف دائرة، ويبعُد أوجه عن نقطة الاجتماع نصف دائرة، والوجود بخلافه؛ وإنْ كانت حركة المدير أبطأ من حركة الحامل فمركز التدوير يلقى حضيض الحامل قبل بلوغه نقطة الاجتماع أولاً، ولا

---

١ ـ محيطاً: يحيط في ں.
٢ ـ †. . . † سقطت في م وقد أضيفت في أسفل الصفحة.
٤ ـ اجتماع: لاجتماع في م.
٥ ـ دور: دورة في ں. عشرة: عشر في م.
٦ ـ الأقرب: للأقرب في م.
٨ ـ ثابتاً: ثابت في ں. في: من في م. متحركاً: محركاً في ں.
٩ ـ متحرك: متحركاً في م.
١١ ـ اجتماعه: لاجتماع في م. إن: وإن في م.
١٢ ـ ابطأ: ابطىء في ں.
١٥ ـ فأمّا: وأمّا في ں.
١٦ ـ الحركتان: الحركتين في ں و م.
٢٠ ـ ابطأ: ابطاء في ں.

١٥٤ ظ

يجوز أن يلقاه مرّة أخرى في هذه الدورة، لأنّـه لا يلقى حضيض الحامـل مرتـين إلاّ وقد لقي أوجه أيضاً مرتين، وأوجه قد بعُد عن النقطة التي كان الاجتماع عليها ـ وهي التي إذا وصل م ٦٧ ظ إليها يكون قد كمل دورته ـ فلا يلقى حضيض المتحرّك في الدفعة الواحدة سوى مرة واحدة.

ومتى فرض حركة المدير أسرع من حركـة الحامـل بلغ مركـز التدويـر النقطة التي كـان الاجتماع عليها قبل أن يلقى حضيضه المتحرك، لأنّ حركة الحامـل بالفـرض أبطأ من حـركة المدير؛ فيكون المدير ـ وهو الذي ينقل الأوج والحضيض ـ قد نقل الحضيض أكـثر من نصف دائرة من النقطة المقـاطرة للنقـطة التي كان الاجتـماع عليها، ويكـون الفلك الحامـل قد نقـل التدوير أقل من نصف دائرة بقدر زيادة حركة المدير على النصف؛ فلا يكون قد بلغ حضيضه عند تمام الدورة في فلك البروج، وإنّما يلقى الحضيض في الدورة الثـانية. والـوجود بخـلاف هذه التقادير كلها. فلا تكون حركتها إلى جهة واحدة. فهذا جملة القول على فلك عطارد وما يخصّه من الزيادة على أفلاك الكواكب الأربعة على رأي بطلميوس ومن تابعه في هذا الشأن.

وقد جعل لعـطارد أيضاً معـدل المسير. وهـذه الأفلاك ـ أعني المعـدلات للمسير ـ التي ذكرها في الكـواكب الخمسة المتحيرة لا يمكن ٦ أن يكون عـلى مذهبـه لها كـرات تكون هـذه ق٥٤ظ الدوائر مخطوطة على مراكزها لأنّه يجعل هذه الدوائر في سطوح أفلاك الحوامل ويجعلها مساوية ومقاطعة لها. وقد بيّن في الاقتصاص أنّ للحوامل أكراً متوازية السطوح وأنّ الحوامل مخطوطة عـلى مراكـز خارجـة عن مراكـز معدلات المسـير. فدوايـر المعدلات إنّمـا تقـع في ثخن الأكـر الحوامل متى كان بُعد ما بين مركز الحامل ومركز المعدل للمسير مثل نصف قطر التدوير؛ وان كان ما بين المركزين أعظم وقعت دائرة المعدل للمسير في أجسام ثـلاثة هي الحـاوي والمحوي للحامل وفي الحـامل نفسـه؛ وإن كان أصغـر وقع بعضهـا ⌉ في المحوي والبعض في الحـامل. م ٦٨ و وليس يمكن على هذا الرأي أن يكون لمعـدل المسير جسم كـريّ مركـزه مركـز المعدّل للمسـير

---

٣ ـ سوى: سوا في ں.
٥ ـ ابطأ: ابطاء في ں.
٩ ـ يلقى: يلقا في ں.
١٠ ـ تكون حركتها: يكون حركها في ں.
١٢ ـ أعني: اعني أفلاك في ں. للمسير: المسير في ں.
١٣ ـ أن يكون على مذهبه: «على مذهبه أن يكون» في ں.
١٤ ـ لأنّه: كذا في ں، لا في ں و م.
١٥ ـ أكراً: كذا في ں، اكر في ں و م.
١٦ ـ معدلات: المعدلات في ں. إنّما: امّا ان في ں.
١٧ ـ التدوير: ں تضيف: «أو أصغر منه».
١٨ ـ وقعت: كذا في ں، وقع في ں و م، أجسام: الأجسام في م.
١٧، ١٨، ٢٠ ـ للمسير: المسير في ں.

يتحرّك على مركز المعدّل للمسير. فمعدلات المسير دوائر متوهّمة، والدوائر المتوهّمة لا تفعل حركة مستوية ولا / مختلفة، وكذا الخطوط المتوهمة. ١٥٥ و

وهو يقول المحرّك لأفلاك التداوير إنّما هي الأفلاك الحوامل، وانّ الحركة لا تكون مستوية عند مراكز الحوامل بل عند مراكز معدلات المسير. وكل حركة بسيطة دورية تكون مستوية عند مركز دائرة فبالضرورة تكون مختلفة بالنسبة إلى †نقطة غيرها. فتكون حركات الحوامل مختلفة بالنسبة إلى† مراكز الحوامل. فكيف يجمع بين هذا الرأي والأصول التي قررها في كتابه. وليس نجد فيما ذكر في كتبه أنّ الحركة المستوية عند معدل المسير مركّبة من حركتين أو حركات، فيقال إنّه ترك شرحها عن قصد كما قد فعل في غير هذا الموضع. وإنّما قاده إلى هذا الرأي أنّه لمّا رصد كل واحد من الكواكب الخمسة في مسيراتها الجزئية، فكان يجدها متى كان مركز التدوير في الأوج أو الحضيض موافقة لما يقتضيه الحساب المستخرج على أنّ مركز التدوير متحرك على الحامل حركة مستوية، وتكون ذروة التدوير على الخط المارّ بالمراكز.

ں ٥٥ و ⌐ وأمّا متى كان على غير هاتين النقطتين لم يجد الأمر كذلك، وكان يجد موقع مركز التدوير بالحساب المذكور والتعديل بمقتضى البراهين الخطوطية متى كان آخذاً من الأوج إلى الحضيض ناقصاً عمّا يجده بالرصد، وأمّا متى كان مركز التدوير آخذاً من نقطة الحضيض نحو الأوج فإنّه كان يجد الامر فيها بالعكس.

وأمّا حركة الكوكب على محيط التدوير ـ وهي الخاصة ـ فحيث يكون مركز التدوير آخذاً من الأوج إلى الحضيض فقد كان يجد ما يخرج له بالحساب من حركة الكوكب الخاصة المستوية التي يجعل مبدأها من طرف الخط المارّ بمركز العالم ومركز ⌐ الحامل ومركز التدوير ثم م ٦٨ ظ إلى ذروته زائداً عمّا يجده بالرصد بمقتضى الخطوط. وتكون هذه الزيادة بمقدار ذلك النقص المذكور في حركة مركز التدوير، وتنقص الخاصة المحسوبة عن المرصودة في النصف الباقي بقدر الزيادة المذكورة في هذا النصف.

وذلك كلّه بعد أن تقدم له العلم بالحركات الوسطى لمراكز التداوير وللكواكب على

---

١ ـ للمسير: المسير في ں.
٢ ـ ولا: مكرّرة في ںں.
٥، ٦ ـ †. . . † سقطت في ںں.
٨ ـ قاده: أقاده في ںں و م.
٩ ـ الجزئية: الجزوية في ں. فكان: كان في ں.
١٠ ـ أو: «و» في ں.
١٤ ـ كان: سقطت في ں. مركز: مراكز في م.
١٥ ـ كان: سقطت في ں.
١٨ ـ يجعل مبدأها: يجعل غير منقوطة في ں و م، مبداءها في ں، تجعل في ںں.
٢٢ ـ بالحركات: بالحركة في ں. الوسطى: الوسطا في ں، وللكواكب: والكواكب في ں.

محيطات التداوير وقدر خروج المراكز وأقطار التداوير وغاية التعديل وجزئيّاته. فأخـذ التفاوت بين الأرصاد والحساب واستخرج منها بالخطوط والبراهين التي لا يلحقها الشـكّ موقـع النقط التي يجب أن تكون حركات التداوير مستوية عندهـا، وتكون أيضـاً ذرى التداويـر الوسـطى مسامتة لها، وهي التي تسمّى مراكز معدلات المسير، فوجدها امّا في الكواكب الأربعة ـ وهي زحل والمشتري والمريخ والزهرة ـ فمّما يلي الأوج على الخط المارّ بمـركز العـالم ومركـز الحامـل، بُعدها عن مركز العالم ضعف بعد مركز الحامل عن مركز العالم. فأمّا مركـز المعدّل في عـطارد فعلى منتصف الخط / الذي بين مركزي العالم والمدير. وأمّا مركز حامله فبعُده من مركـز العالم ١٥٥ ظ إذا كان في أبعد بعده من مركز العالم ثلاثة آ أمثال بُعد مركز المعدّل من مركز العالم. ولّـما كان ق ٥٥ ظ مركز معدّل المسير ثابتاً ومركز الفلك الحامل متحركاً حـول مركـز المديـر بتحريـك المديـر له، فوجب أن مركز الحامل متى صار في أقرب قربه من مركز العالم انطبق على مركز معـدّل المسير ثم يفارقه.

وامتحن حركات الكواكب المستوية الوسطى بالحركة الحقيقيّة ـ أعني المأخوذة بالرصد ـ في النصفين اللذين فيها بين البعدين المختلفين فوجـدها امّـا في الحركـات الجزئيّـة متى حسبت على أنّ الحركة المستوية لفلك التدوير عند مـركز المعـدّل المسير وعـلى أنّ ذروة التدويـر تكون محاذية لمركز معدّل المسير صحّت بالحساب وطابقت الرصـد، وان أخذت بـالنسبة إلى مـركز م ٦٩ و آخر لا يوافق المحسوب ما يخرج بالرصد. فحينئذ جزم أنّ حركاتها إنّما تكون مستوية بالنسبـة إلى مركز معدّل المسير.

ولّما تكرر امتحانه لذلك ووجـده لازماً لحـال واحدة، وثق بمـا حدس وتـأكد عنـده أنّ أمرها لا يستقيم إلاّ كذلك، فخالف الأصول عمداً واختياراً منه لذلك. وقد صرّح في كتاب

---

١ ـ وقدر: وقد في بر و م.
٢ ـ بين: ن تضيف «مقتصى». النقط: النقطة في ن.
٥ ـ فمّما: فيا في بر و م. الحامل: ن تضيف «مما يلي الأوج».
٦ ـ فأمّا: وأمّا في ن.
٧ ـ مركزي العالم والمدير: «مركز العالم ومركز المدير» في ن و م.
٨، ٩ ـ كان مركز: كان في ن.
٩ ـ ثابتاً: ثابت في ن. متحركاً: متحرك في جميع النسخ.
١٠ ـ انطبق: ينطبق في ن. معدل: المعدل في ن.
١٢ ـ الوسطى: الوسطا في ن.
١٣ ـ في[١]: من في م.
١٤ ـ لفلك: للفلك في م.
١٦ ـ فحينئذ: سقطت في ن. جزم: فجزم في ن.
١٧ ـ معدل: المعدل في ن.
١٩ ـ كذلك: لذلك في بر و م.

المجسطي فقال إنّا متى وجدنا حركات مستوية دورية يكون ما يحصل عن تركيبها موافقاً لما يوجد بالرصد فقد أصبنا الغرض. فقد تبيّن من قوله وفعله أنّ طلبه إنّما هو وجود دوائر مطلقة تكون الحركات مستوية عند مراكزها؛ فإنّه متى وجد ذلك فقد تمّ غرضه. وهذا ممّا يُصغى إليه لو كانت مراكز الدوائر هي مراكز الأكر المحرّكات. لكنّه أخذ هذا الأمر في مطلق الدوائر كيف كانت ولم يعبأ بمراكز المحرِّكات في أمر الحركة بل جعل استواء الحركة عند نقط أُخر.

ولو جوّزنا مثل هذا الرأي - أعني أنّ المحرِّك للكوكب يمكن أن يبطىء ويسرع - لما احتجنا إلى عمل هيئة ولبطلت الهيئة التي عملها هو، وكان في إثباتنا أنّ للكوكب أكثر من فلك واحد فضل لا يحتاج إليه، وهو محال.

⌐ وقد قال في كتاب الاقتصاص إنّ الأجسام المحركات للكواكب إمّا أن تكون أُكراً ب ١٥٦ و فيكون عددها إحدى وأربعين كرة وشرح ما لكل كوكب منها على حياله، وإمّا أن تكون المحرِّكات للكواكب منشورات عوضاً عن الأكر، لأن الحركات تتم عنده بهذا الوجه بمجسمات عددها تسعة وعشرون، وهي أقل من عدد الأكر. ولذلك اختار المنشورات. والمحال الذي يلزم عنها أقبح من الأكر وأشنع لأنّه يلزمه فيها المحالات التي ذكرنا من عدم استواء حركاتها عند مراكزها، ويلزمه أيضاً على جهة المنشورات جَعْلُ الأفلاك غير كريّة بل قطعاً منفصلة غير متشابهة السطوح، وهو محال من قبل العلم الطبيعي.

فأمّا المتأخرون فإنّهم لمّا رأوا أنّ الأُكر أشبه وأولى وأنسب بطبيعة السماء اختاروا الأكر م ٦٩ ظ وعلى ذلك وضعوا كتبهم في علم الهيئة. فمنهم من اقتصر على ذكر بعض ⌐ الأمور الظاهرة/ ١٥٦ و ومنهم من زاد وبسط وعلّل المطالب وجهات الحركات ولم يكن عنده من المعرفة ما يقوم بذلك.

---

٣ - مستوية: المستوية في ب. فإنّه: وأنّه في ب.
٥ - يعبأ: يعنا في ب.
٦ - أخر: آخر في بر وم.
٨ - وكان: كان على هامش بر، فكان في ب.
١٠ - الأجسام: الجسام في م. أكراً: كذا في ب، اكر في بر وم.
١١ - إحدى: كذا في ب، أحد في بر وم. كرة: سقطت في بر.
١٢ - الأكر: يعيد صياغة عبارة بطلميوس في الاقتصاص ص. ٥٣.
١٣ - المنشورات: على هامش بر.
١٥ - مراكزها: مراكز المحركات في ب. ويلزمه: ويلزم في ب.
١٦ - وهو: سقطت في بر وم. العلم: الأمر في ب.
١٧ - أشبه وأولى: أولى وأشبه في ب. اختاروا: واختاروا في بر، واختار في م.
١٨ - وعلى: على في بر وم.
١٩ - وعلل: وعلى في م.

١٥٦ و

ولمّا وقفت على كتب الفاضل بطلميوس ومقاصده ورأيت فيها أموراً مناقضة للأصول مخالفة لما قرره عند شروعه في هذا العلم، ورأيت مصنفي كتب الهيئة كلهم قد تابعوه في ذلك، مقلدين له تقليد العوام ناقلين لقوله خطئه وصوابه بغير سَبْرٍ ولا تحقيق. فعند ذلك الزمت نفسي إيضاح ما جهلوه، وتبيين ما أهملوه.

فأمّا بطلميوس فعذره واضح إذ كان هو المبتدىء لذلك، لأنه أوّل من شرع في هيئة أفلاك الكواكب الخمسة. وقد حكي عن أبرخس انّه لم يذكر فيما وقع إلينا من كتبه في أمر هذه الكواكب شيئاً يعمل عليه. وانّه ذكر عن أهل التعاليم الذين كانوا في زمانه أنهم كانوا يعملون في أمر الكواكب الخمسة بالجدول الأبدي. وذمّ هذا الجدول فقال إنّه جمع إلى عدم البرهان عدم الصحة. وأنّ هذا آ الرجل كان مؤثراً للحق محبّاً له؛ فلمّا لم يتبينّ له ما يعمل عليه في أمرها لعدم وثوقه بالأرصاد التي كانت قبله، رصد ارصاداً محقّقة نافعة في هذا الشأن واثبتها لمن عساه يأتي من بعده. ثم انّه ذمّ طريقة أهل زمانه من التعاليمية لأنّهم كانوا يرون أنّ لكل كوكب منها اختلافاً واحداً بسيطاً يكون من قبل فلك التدوير فقط، وبيّن هو أنّ لكل كوكب منها أكثر من اختلاف واحد. ولم يتهيّأ له من ارصاد من كان قبله ما يكمل به هذه المطلوب، لأنّه كان يرى أنّ أرصاد من تقدّمه من الرصّاد إنما هي بالحدس والتخمين أشبه منها بالتحقيق.

ولمّا حصل لبطلميوس من أرصاد أبرخس ومانالايوس وابلينيوس وثاون وغيرهم، وارصاده هو، ما وثق به فضل ثقةٍ، شرع فحدس هيئة من نفسه لم يسبقه إليها أحد على ما يظهر من كلامه. ثم إنّه رصد الكواكب عند كون مراكز التداوير في أوجها ⌝ وحضيضها م ٧٠ و

---

١ ـ كتب: ىه تضيف «الرجل». أموراً: أمور في م. مناقضة للأصول: متناقضة الأصول في ىه، مناقضة الأصول في م.

٢ ـ كلهم: سقطت في بـ.

٣ ـ ناقلين: وناقلين في ىه. خطئه: خطايه في بـ و م، خطاه في ىه. بغير: في غير في بـ و م.

٥ ـ لأنّه: وأنّه في ىه. في: سقطت في بـ و م.

٧ ـ شيئاً: شئاً في ىه، شياء في بـ، شيا في م. يعمل: غير منقوطة في ىه و مَ، نعمل في بـ.

٩ ـ كان: سقطت في بـ و م.

١٠ ـ عليه: فوق السطر في ىه. قبله: بـ و م تضيف لكنّه. رصد: فرصد في ىه.

١١ ـ من٢: مكررة في ىه، كانوا: كانو في ىه.

١٢ ـ بسيطاً: بسيط في ىه.

١٣ ـ من كان قبله: مكررة في ىه.

١٦ ـ مانالايوس: مانالاوس في م و ىه.

١٧ ـ إليها أحد: أحد إليها في ىه.

١٨ ـ أوجها وحضيضها: أوجاتها وحضيضاتها في ىه.

†فعرف من ذلك أبعاد مراكز حواملها ومقادير انصاف أقطار تداويرها بما به أقطار الحواملماية وعشرين. ثم طابق ما يخرج له بالحساب لما يرى من مواضعها بالرصد† فوجد الأمر فيها مطابقاً لما يخرج له بالحساب. وأمّا متى كان مركز التدوير فيما بين بعديه المختلفين فإنّه كان يجد موضعه بالرصد مخالفاً لما يقتضيه التعديل الحاصل بالحساب من جهتي الفلكين الخارج والتدوير بمقتضى الهيئة التي حدسها وعمل عليها.

فلما تبينّ له ذلك عاد فحسب وبينّ بأجْود ما يكون، وأحكمه بطريق البراهين الخطوطية، فحصل وضع النقط التي توجد حركات المراكز مستوية عندها دائماً، فوجدها خارجة عن †مراكز الأفلاك التي تبينّ له أنّ مراكز التداوير محمولة عليها†. ولم يجد هذا الاختلاف الثالث يحصل بهذين الفلكين، فتوهّم أنّ تلك النقط ـ مراكز الدوائر ـ تكون حركات أفلاك التداوير مستوية /بالنسبة إليها، وهي التي يسمّيها معدّلات المسير. ووجد ١٥٦ ظ ذُرى التداوير الوسطى مُحاذية لمراكز هذه الدوائر ـ أعني معدّلات المسير. ولمّا رصد الكواكب في مسيراتها الجزئية فوجد مواضعها ا بالرصد موافقة لما يخرج بالحساب المعدّل بالنسبة إلى ں ٥٧ و مراكز هذه الدوائر ـ أعني معدّلات المسير. † ثم انّه برهن† فبينّ أبعاد مراكز† هذه الدوائر في كل واحد من الكواكب الخمسة† من مركزالعالم وعمل عليها حسابه وتمّم بها هيئته.

ولم يأتِ من بَعدِه مَنْ يكمل هذه الصناعة على الوجه الصواب ولم يزد أحد من المتأخرين ولم ينقص شيئاً على ما عمله، لكن تابعوه بأجمعهم. ومنهم من †شكّك ولم يأتِ بشيء غير ذكر الشك فقط كأبي علي ابن الهيثم وابن الأفلح† المغربي.

ولعمري أنّ من الواجب على كل عاقل أن يحسن الظنّ بمن كان مشهور الفضيلة فلا

١، ٢ ـ †...† سقطت في ں.
٣ ـ مطابقاً: مطابق في ں. له: سقطت في م.
٧ ـ النقط: النقطة في ں.
٨ ـ مراكز الأفلاك: مركز الفلك في ں. التي: الذي في بر و م حيث يستقيم مع عبارة ں الأصلية: «مركز الفلك الذي يرى أن مركز التدوير محمول عليه» عوضاً عمّا بين †...† .
٩، ١٠ ـ أنّ تلك... التداوير: «دوائر تكون حركات مراكز أفلاك التداوير»... في ں.
١٠ ـ يسمّيها: سمّاها في ں.
١٢ ـ موافقة: موافقا في ں.
١٣ ـ مراكز١: سقطت في ں.
١٣ ـ †...† : سقطت في ں. مراكز٢: مراكزها في ں.
١٣، ١٤ ـ †...† سقطت في ں.
١٤ ـ تمّم: كذا في ں، تم في بر و م. هيئته: هياته في بر.
١٥ ـ يأتِ: يأتي في ں. الصناعة كذا في ں، الصنيعة في بر، الصنعة في م. يزد: يزيد في ں.
١٦، ١٧ ـ †...†: سقطت في م.
١٨ ـ من: سقطت في ں.

يرد قوله بغير دليل قاطع وبرهان واضح . فأمّا إذا تبينّ له بالبرهان القاطع في قول مَنْ كان من الناس عدُول عن طريق الحق قصد بجهده فأصلحه إذا قدر على إصلاحه . فإن لم يجده وكان ⌐عنده من القوة ما يوضح موضع الغلط ويبينّ طريق الحق في ذلك لم يبالِ أن يردّ القول م ٧٠ ظ المخالف للحق ، ولو كان قول أعز الناس عليه . فما أحسن ما أوصى بطلميوس في المقالة الرابعة من كتابه حيث يقول : وينبغي لمن يطلب هذا العلم ايثاراً منه للحق وكان متبحراً فيه محبّاً للعناية به أن يجدّد تصحيح ما قاله القدماء في ذلك بما يتهيًا له ولا يقتصر على ذلك دون أن يصحح خطئاً إن كان في شيءٍ مما وضعه هو ، وكذلك يفعل ان أوقفه غيره على خطئه ولا يكبر ذلك عليه ولا يستقبح ذلك ولا يستحي منه ، لكن يرى الذي يجده من ذلك تأييداً أُيّد به من عند الله عزّ وجلّ ، إذ كان إصابة الحق فيه امراً جليلاً فلا يكمل بشخص واحد بانفراده بل بمعاضدة من غيره .

وإنّي أظنّ أنَّ بطلميوس كان قصده وقصد ابرخس قبله فيما اثباته في كتبهما وذكراه من ارصادهما وارصاد غيرهما وتبيين كيفية استعمالها لذلك ليكون ما كتباه من ذلك طريقاً وذريعةً لمن عساه يأتي من بعدهما ممن يرغب في هذا العلم فيكمله بما عسى أن يفتح عليه من لدن العليم الخبير .

وقد يظهر من كلام بطلميوس ⌐ أنّه كان شاكّاً في هيئة الكواكب التي ذكرها في ں ٥٧ ظ المجسطي ، إذ قال في فلكي الزهرة وعطارد المائلين انَّ كل واحد منهما غير ثابت الميل وانَّ هذا

---

٢ ـ عدول : عدولاً في ں .
٣ ـ موضع : سقطت في بر . من : مكررة في ں . يبال : يُبَل في ں . يبينّ : بين في جميع النسخ .
٥ ـ ايثاراً : ايثار في م . منه : سقطت في ں .
٧ ـ خطئه : خطاية في بر و م ، خطاه في ں .
٨ ـ تأييداً : كذا في ں ، تايداً في بر و م .
٩ ـ من : على هامش بر . امراً : أمر في بر و م .
١٠ ـ غيره : المجسطي المقالة الرابعة النوع التاسع ، والعبارة كما يلي : «يجب على من شرع في هذا العلم شروع مؤثر الحق على الصحة وسلك طريق البحث والتحصيل الّا يقتصر على استعمال الأبواب التي تتخذ له المؤدّية إلى الأمر الذي لا شك فيه في تصحيح الأصول القديمة فقط بل يستعملها أيضاً في تصحيح ما يعتقده هو من الأصول إن كانت سبيلها تلك السبيل وإلّا يستقبح ذلك في [. . .] ما يتضمنه هذا العلم إذ كان أمراً جليلاً إلهاميّاً لا يصل بنفسه وحده إلى الأمر الصواب فيه على الحقيقة بل يستعين ذلك بغيره» با ، ص . ٧٥ ظ ، والنص يختلف أيضاً في نسخة الحجاج مب ٧٤٧٤ ص . ٩٨ ظ .
١١ ـ وقصد : قصد في ں . وذكراه : كذا في ں ، وذكراهما في بر و م .
١٢ ـ تبيين : سر في ں .
١٣ ـ عساه : سقطت في ں .
١٥ ـ في٬ : فوق السطر في ں .

الميل إذا بلغ غايته ينقص شيئاً فشيئاً إلى أن ينطبق هذا السطح المائل على سطح البروج، ثم
يميل النصف منه الذي كان في ناحية الشمال إلى ناحية الجنوب والنصف الذي كان في الجنوب
إلى ناحية الشمال، ويزداد هذا الميل إلى الغاية المحدودة له، ثم يرجع فينقص إلى أن ينطبق
ثانياً ويعود الأمر من الرأس؛ وذلك في السنة / الشمسية مرتين. وانَّ أطراف أقطار التداوير ١٥٧ و
التي تمرّ بالذروة والحضيض الوسط تدور على دوائر صغار متوهمة عند أطرافها وتلك الدوائر
قائمة على الأفلاك المائلة، وانَّ ˥مراكزها في سطوحها، وانَّ دورانها غير مُستوٍ عند مراكز هذه م ٧١ و
الدوائر بل عند مراكز دوائر أخر خارجة مراكزها عن مراكز هذه الدوائر فيكمل دورانها في
السنة الشمسية على الدوائر الخارجة المراكز دورة تامة ليكون مسيرها في أرباع الدوائر التي
ليست بخارجة المراكز موافقاً لمسيرات مراكز أفلاك التداوير في أرباع فلك البروج. وكذلك
توهم أيضاً في الأقطار المارّة بالبعدين الأوسطين.

ثم رجع عن هذا الرأي فنقضه في كتاب **الاقتصاص** الذي صنّفه بعد **المجسطي** وبيّن
أن الأمر الذي أوجب هذا التوهم أنَّ سطح التدوير الذي تجري الكواكب فيه ليس في سطح
الفلك المائل على ما ظن أولاً بل في سطح مائل عن الفلك المائل، وأنّه غير ثابت الموضع -
أعني هذا التدوير المائل على سطح الفلك المائل. ومن أجل أنَّ لهذا التدوير الذي الكوكب
مغرق فيه فلك تدوير آخر محيط به يديره، وأنَّ منطقة التدوير الحاوي في سطح الفلك المائل،
ومنطقة المحوي مقاطعة لها. وانَّ حركة هذا التدوير مخالفة لحركة التدوير المحوي - وهو الذي
فيه جرم الكوكب - فحصل لسطح التدوير الذي الكوكب دائماً ˥ فيه التواء يوهم أن ميل ں ٥٨ و
التدوير عن المائل غير ثابت؛ وذلك أنّه بعد ذكره ميل سطح التدوير ههنا قال: ولهذا الأمر
كنا نظن أن فلكي الزهرة وعطارد يتحولان فيميلان في جهتين متضادتين. ولمّا ذكر هيئة
فلكيهما المائلين في **الاقتصاص** قال: وهذان الفلكان المائلان للزهرة وعطارد غير زائلين. وذكر

---

٢ - الشمال: ں تضيف: «عن البروج».
٦ - مستو: مستوية في ں.
٩ - موافقاً: موافقة في ں. وكذلك: ولذلك وكذلك في م.
١٠ - الأوسطين: هذه الفقرة مختصر المقالة ١٣ من **المجسطي** فصل ١ - ٢.
١٣ - أولا بل: «أولئك في» في ں. في: سقطت في بن و م. مائل عن: كذا في ں، مكررة في بن و م. الموضع: سقطت في ں.
١٤ - هذا التدوير: «ميل هذا السطح» في ں. ومن: من في م. لهذا: لفلك في ں.
١٥ - يديره: تدويره في م.
١٧ - دائماً: دائم في ں.
١٨ - التدوير¹: فلك التدوير في ں. المائل: الفلك المائل في ں. ثابت: إعادة صياغة **الاقتصاص** ص ٢٦. ههنا: هذا في ں.
١٩ - متضادتين: **الاقتصاص**، ص. ٢٦ بتصرّف.
٢٠ - زائلين: **الاقتصاص** ص. ١٨ عطارد، ٢٠ زهرة.

ميلهما فقال: إنَّ ميل كل واحد منهما سدس جزء. فأمَّا ميل فلك الزهرة فهو كما حدّه في المجسطي، وأمَّا ميل فلك عطارد فإنّه نقص عمَّا في المجسطي خمسة وثلاثين دقيقة.

وهذا دليل بيّن أنَّه كان محبّاً للحق مؤثراً له، فلم يبالِ أنَّه ناقض نفسه. ومن لم تكن هذه سيرته وكان قصده التمدّح والترفع والأنفة من أن يقال غلط أو رجع، فذلك ممن لا تفتح له أبواب السماء ولا تكشف له الدهماء.

وإذا تأمّلت [1] مقاصد بطلميوس وما ذهب إليه في هيئة أفلاك الكواكب وجدته قد م ٧١ ظ خالف القوانين التي أصّلها - وهي استواء الحركات عند مراكز المحركات. وهذا الأصل هو الذي يجب أن يعمل عليه من أراد أن يبيّن شيئاً من أمر الحركات السماوية.

ولمَّا كان قد تقدَّم هو فبيّن أن حركة مراكز تداوير الكواكب إنَّما تكون عند مراكز معدلات المسير لا عند مراكز الحوامل للتداوير المديرة لها بحركاتها لكونها إنَّما تقطع في الأزمان المتساوية قسيّاً متساوية عند مراكز المعدلات، فنسب الحركات إلى النقط التي تكون مستوية عندها.

/ وبيّن أيضاً أبعاد هذه المراكز ولم يكن الطريق التي سلكها تامّة؛ فأحببت أن أكملها ١٥٧ ظ وأجري الأمر فيها على وفق الأصول ومطابقة ما ذكره من الأمور التي ظهرت له بالأرصاد. فذكرت أولاً كيفية وضع مراكز هذه الأفلاك عنده. فأمّا في الكواكب الأربعة - وهي زحل والمشتري والمريخ والزهرة - فإنّه بيّنٌ أن †النقط التي† تكون حركات مراكز تداوير هذه الكواكب آ مستوية عندها - وهي التي سمّاها مراكز أفلاك معدلات المسير - يكون بعدها في ں ٥٨ ظ كل واحد من هذه الأربعة الكواكب عن مركز العالم ضعف بعد مركز الفلك الحامل †عن مركز العالم†؛ وهذه المراكز كلها في الجهة التي فيها أبعادها البعيدة على الخطوط التي تنظم †أبعادها ومركز العالم. وأمّا في كوكب عطارد فإنَّ †مركز معدّل مسيره على منتصف الخط الذي

---

١ - سدس جزء: الاقتصاص، ص. ١٨ عطارد، ٢٠ زهرة.
٢ - فلك: سقطت في ں. وثلاثين: وثلاثون في بر و م.
٣ - يبال: يبالي في ں. ناقض: يناقض في ں.
٤ - وكان: بل كان في ں.
٨ - شيئاً: ستاً في بر، شنا في ں، شيا في م.
٩ - تكون: «توجد مستوية» في ں.
١٠ - للتداوير: التداوير في بر.
١٣ - هذه: ما بين في ں وقد أضيفت «هذه» على الهامش.
١٦ - †...† على هامش ں. حركات: سقطت في بر.
١٨، ١٩ - †...† سقطت في ں.
٢٠ - †...† على هامش ں. أبعادها: ں تضيف: «أي البعد الأبعد والأقرب»

١٥٧ ظ

بين مركز العالم وبين مركز فلكه المدير ـ وهو الذي أوجه في برج الميزان ـ وهو ثلث بعد مركز حامله †عن مركز العالم† متى كان مركز تدويره في أوجيه معاً.

ومن البيّن أن مراكز التداوير متى كانت حركاتها المستوية عند مراكز معدلات المسير أن تكون حركاتها مختلفة عند مراكز الحوامل، لأنّه من المستحيل استواء الحركة الواحدة البسيطة عند نقطتين متغايرتين.

وإذا كان ذلك كذلك فيلزم إمّا أن تكون حركات الحوامل مختلفة في أنفسها تسرع تارة وتبطىء أخرى، وهو محال على أصول هذا العلم، ويلزم أيضاً عنه محال آخر من قبل انحراف ˥ذروة التدوير عن محاذاة مركز الحامل، وإمّا أن تكون مركّبة فستكون حاصلة عن م ٧٢ و
بسائط حركات لم يطلع بطلميوس عليها. ولو سُلّم مثل هذا المحال في هذه الصناعة لبطلت من أصلها وكان يُكتفى في كل كوكب بفلك واجد موافق المركز، ولكان القول بأنّ له فلكاً خارجاً أو فلك تدوير من الفضل الذي لا يحتاج إليه.

فأمّا الهيئة الصحيحة التي يتهيّأ بها إصابة ما يخرج بالارصاد ويشاهد بالعيان ويجري على الأصول الموضوعة من غير مخالفة لشيء منها فنحن مثبتوها بأبسط ما نقدر عليه ونبيّن وضع الأكر التي تكون عنها الحركة البسيطة المتصلة على أنّ حركاتها مستوية عند مراكزها.
والحركة المستوية هي التي يقطع المتحرك بها في الأزمان المتساوية ˥ زوايا متساوية عند مركز ى ٥٩ و
المحرك له، والمختلفة هي التي ليست كذلك.

وينبغي أن تعلم أنّ إصابة مثل هذا الأمر الجليل على الوجه الصواب في أعلى مراتب القوى الفكرية البشرية وهو تمام بالحقيقة للجزء النظري من التعاليم. والذي ينبغي أن يتسلمه الباحث في هذا العلم هي الأرصاد القديمة التي يظن بها الصحة مثل ارصاد أبرخس وبطلميوس إذ كانا ممّن يوثق بعلمهما وعملهما.

---

١ ـ فلكه: ى تكرر «ومركز العالم وأمّا في كوكب عطارد».
٢ ـ حامله: فلك حامله في ى. †...† سقطت في ى.
٦ ـ ذلك: سقطت في ب وم.
٨ ـ أمّا: ى تعوّض عنها بالعبارة التالية: «فهذه الحركات إن كانت بسيطة فهي على غير الوجه الذي ذكره بطلميوس». تكون: كانت في ى.
١٠ ـ ولكان: وكان في ى.
١١ ـ خارجاً: خارج المركز في ى.
١٢ ـ بالأرصاد: من الأرصاد في م.
١٤ ـ الحركة: الحركات في م وى.
١٨ ـ وهو: سقطت في ى. التعاليم: هذا مفاد عبارة بطلميوس في المقالة ٩ النوع ٢ ص ٥٢و من مب ٧٤٧٥.
٢٠ ـ وعملهما: وبعملهما في ى.

فلنسلم مـا أورداه من هذه الأرصـاد، وهي التي عليها كـان يعمل هـو أيضاً، وعليهـا عمل حسابه الذي أخرجه بطريق / الخطوط والأوساط وهي المنتزعة من أزمان الأدوار. ١٥٨ و

فأمّا الزمان الدوري ومقدار مسير كل كوكب في يوم يوم بالـوسط والخاصـة فإنّ تحقيقـه موقوف على الامتحان، فلا يصار إليه بغيره. وإصـابته بغـاية التـدقيق تعسر، بل لا يمكن أنْ تُدرك على الاستقصاء بحيث لا يفوت فيها ولا القدر اليسير. ومتى فات فيها مقدار مّـا، وإنْ قلَّ، فإنّه إذا مرَّ عليه زمان طـويل ظهـر ظهوراً بيّنـاً؛ ويزداد كلما طـالت عليه المـدة. وليس لتحقيق ذلك طريق سوى الامتحان بالرصد في الوقت بعـد الوقت. ولهـذا يجب أن يختار من الأرصاد ما قرب منّا زمانه لكيلا يكون القدر الذي ⌐ يفوتنا مضاعفاً مرّات كثيرة. م ٧٢ ظ

ولمّا لم يكن لأهل زماننا وملوك عصرنـا ومن له البسـطة رغبة في هـذا العلم، وقصّر بنا نحن ضعف الحـال وكلفة العيـال وقلّة المساعـد، فلذلك لم نتكلم فيهـا من غير امتحـان كـما يفعل مصنفو الزيجات بأن يزيدوا أو ينقصوا من عند أنفسهم بلا دليل ولا حجّة سوى جهلهم بالطريق التي استخرجت بها هذه الأمور. وإنّما جسّرهم على ذلك كونهم يرون الخلاف الواقع في كتب أهل هذه الصناعة فاختار كل واحد منهم أوساطاً من نفسه فوضعها. فلذلك صارت زيجاتهم على ما يرى من التناقض.

ونعود إلى ¬ كلامنـا في أفلاك الكـواكب فنقول: إنّ السبب الـذي من أجله صار مـركز ں ٥٩ ظ التدوير يرى أنّه محمول على فلك خارج المركـز، ويرى مسيره المستوي عنـد مركـز فلك آخر غـير الذي هـو محمول عليـه أنّ نقلة مركـز التدويـر التي يظنّ بـطلميـوس أنها بسيـطة ليست كذلك؛ وإنّما هي حركة مركبة من حركتـين بسيطتـين مستويتـين على مـركزين غـير المركـزين الموصوفين ـ أعني مركز الحامل ومركز معدل المسير اللذين ذكرهما.

لكن فلك التدوير إذا تحرك بالحـركتين اللتـين سنوضحهـا فإنّـه سيحصل من تـركيبهما

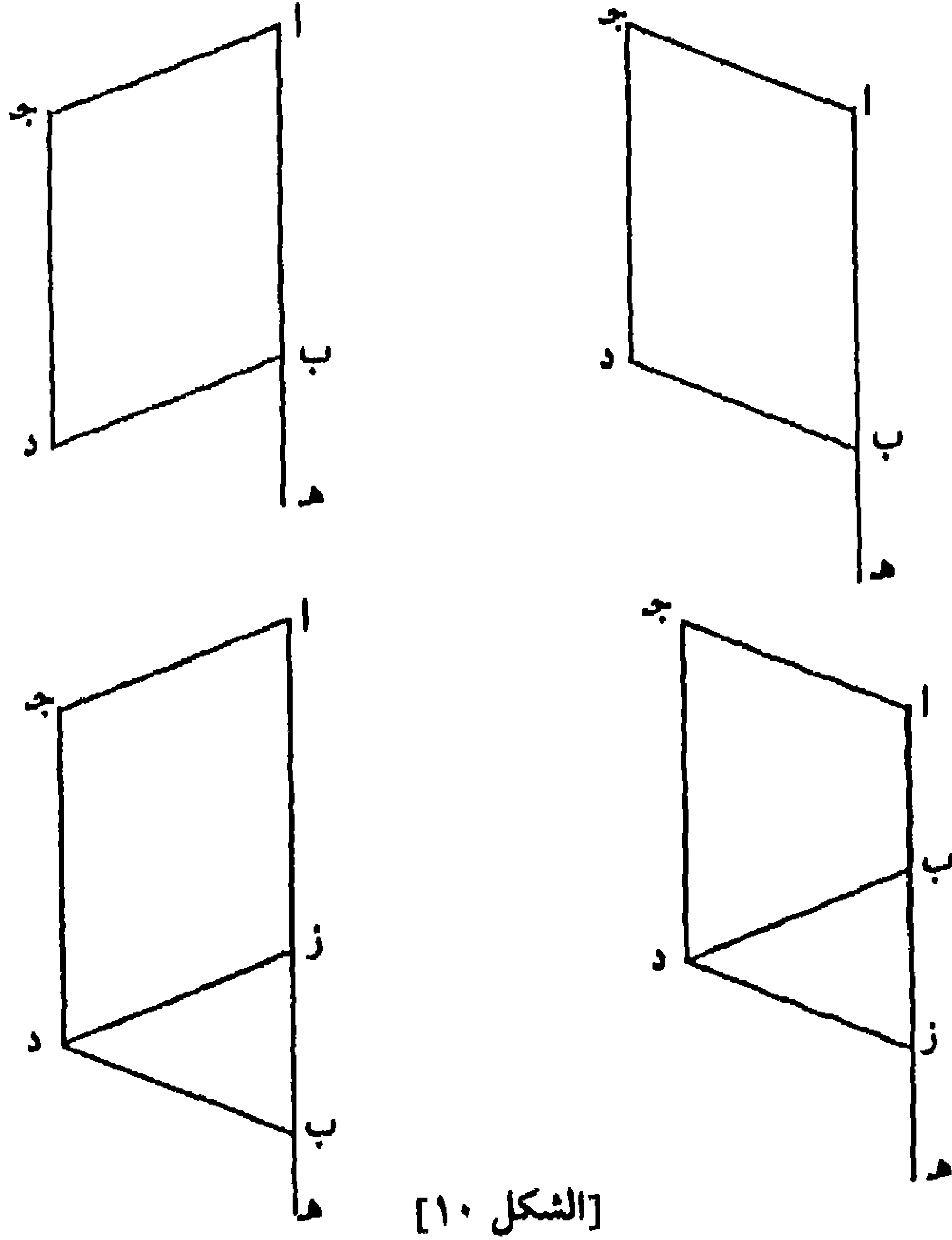
---

١ ـ أورداه: أورده في ں. هو: ں تضيف «عليها».
٣ ـ كل كوكب: الكوكب في ں. في يوم: بيوم في ں. تحقيقه: تحقيقية في م.
٤ ـ بغيره: بغير الامتحان في ں. وإصابته: «ومع ذلك فإصابته» في ں.
٨ ـ زمانه: زمان رصده في ں. مضاعفا: على هامش ں.
٩ ـ ومن: من في ں. البسطة: بسطة في ں.
١١ ـ مصنفو: مصنفوا في ں و م. يزيدوا أو ينقصوا: يزيدو وينقصو في ں. ولا حجة: وحجة في ں. سوى: سوا في ں.
١٢ ـ التي: التي منها في م و ں. بها: سقطت في ں. على ذلك: على هامش ں. يرون: راءو في ں.
١٤ ـ يرى: يخال في ں.
١٧ ـ التي: الذي في م، وهي التي في ں.
٢٠ ـ تركيبهما: تركيبها في ں.

١٥٨ و

حركة مستوية تخال أنَّها بسيطة عند مركز معدل المسير. ونقدم لذلك تذكرة نافعة فنقـول: إنَّ كل خط مستقيم نقيم عليه خطين مستقيمين متساويين في جهة واحدة، فيصيِّـران زاويتين من الزوايا التي تحدث مع الخط امَّا الداخلة مع الخارجـة وإمَّا الـداخلتين اللتـين في جهة واحـدة متساويتين، †ثم يوصل بين طرفيها† بخط مستقيم فإنَّه يكون موازياً للخط الذي قاما عليه.

فلنقم عـلى خط اب خطَّي اج ب د ويحيـطان معه بـالزاويتـين الموصـوفتـين المتساويتين. ويوصل خط ج د . [انظر الشكل رقم (١٠)].



[الشكل ١٠]

١ - تخال: يُظَنُّ في ں. معدل: المعدّل في ں.
٢ - نقيم: يقوم في ں. خطين مستقيمين متساويين: خطان مستقيان متساويان في جميع النسخ.
٣ - الداخلتين اللتين: كذا في ں، الداخلتان اللتان في بر و م.
٤ - †...† مكرّرة في بر.
٥ - خطّي: خطّا في جميع النسخ. ب د : ں تضيف المتساويين.

فأقول: إنّ ج د موازٍ لخط ا ب . برهانه أنّا نخرج خط ا ب على استقامة إلى نقطة ه . فإن كانت زاوية د ب ه الخارجة مساوية لزاوية ج ا ب الداخلة على ما في الصورتين الاولتين، فمن البينّ ⌐أنّ خطّي ا ج ب د المتساويين يكونان متوازيين. فخطّا ا ب ، ج د كذلك. م ٧٣ و

وأمّا إن كانت / †الزاويتان المتساويتان† هما† الداخلتان اللتان† في جهة واحدة - أعني زاوية ج ا ب مساوية لزاوية د ب ا كما في الصورتين الباقيتين - فنخرج من نقطة د خطاً موازياً لخط ا ج ، وليلق خط ا ب على نقطة ز . ١٥٨ ظ

فمن أجل أنّ ا ج موازٍ لـ د ز تكون زاية ج ا ب مثل زاوية د ز ه . فلذلك تكون زاوية د ز ب مثل زاوية دبـز. فخط د ز مساوٍ لخط د ب - أعني لخط ا ج - وموازٍ له. فخطا ا ب ، ج د متوازيان. وذلك ما أردنا بيانه.

⌐ومن ذلك أيضاً أنّ كل دائرتين متساويتين تتقاطعان في بسيط مستوٍ يوصل بين مركزيهما بخط مستقيم ويُنفذ في الجهتين إلى محيطهما، ثم نعلّم على نقطة على منتصف الخط الذي بين مركزيهما ونجعل هذه النقطة مركزاً ويُدار عليه دائرة يكون نصف قطرها مساوياً لنصف قطر إحدى الدائرتين الأولتين فإنّ محيط هذه الدائرة يقطع كل واحدة من القطعتين اللتين تقعان من الخط المستقيم المارّ بالمراكز فيما بين محيطي الدائرتين بنصفين نصفين. وتقطع هذه الدائرة كل واحدة من الدائرتين الأولتين على نقطتين غير نقطتي تقاطع الدائرتين الأولتين. ں ٦٠ و

---

١ - استقامة: استقامته في ں.
٢ - ه : اب ه في ں.
٣ - خطّي: خطّا في ں. المتساويين: المتساويان في م و ں.
٥ - كانت: كانتا في ں. †...†: «الزاويتين المتساويتين» في ں. †...†[٢]: «الداخلتين اللتين» في بر وم.
٧ - وليلق: وليلقى في الجميع.
٨ - فلذلك: فكذلك في م.
٩ - زاوية[١]: سقطت في بر وم. د ب : ج ب في م. لخط: على هامش بر.
١٠ - مواز: موازياً في ں. بيانه: الشكل الذي يلي ذلك غير كامل في بر، وقد أثبت هنا كما ورد في م و ں.
١٢ - محيطهما: كذا في ں، محيطها في بر وم. على نقطة: نقطة في ں.
١٤ - إحدى: أحد في جميع النسخ.
١٥ - بنصفين: بنصقين في م.
١٦ - واحدة: واحد في بر وم. نقطتي: نقطي في م.

فإذا جعلنا موضع قطع هذه الدائرة لأحد قسمي الخط الذي فيما بين الدائرتين مركزاً، وأدرنا عليه دائرة صغيرة تماسّ الدائرتين الأولتين، فإن قطر هذه الدائرة يكون مساوياً لبعد ما بين مركزي الدائرتين الأولتين.

فمتى تحرك مركز هذه الدائرة الصغيرة على محيط الدائرة الثالثة - وهي الوسطى من الدوائر الثلاثة المتساوية - إلى أن يصير وضعها على هذا الخط من الجهة الأخرى مقاطراً لهذا الوضع فإنّ الدائرة الصغيرة تصير أيضاً مماسّة للدائرتين اللتين [1] كانت مماسّة لهما في الوضع م ٧٣ ظ الأول من داخل ومن خارج فتماس التي كانت تماسها من خارج من داخل وبالعكس في الأخرى.

وإذا توهم مركز فلك تدوير الكوكب محمولاً على محيط هذه الدائرة الصغيرة، وفرضت متحركة على مركزها، امّا في القوس العليا منها فإلى التوالي - أعني الجهة التي يتحرك مركزها إليها - وإمّا في القوس السفلى فبالعكس، وفرضت الحركتان متساويتين، وفرضت الدائرتان آ الأولتان ثابتتين، وفرض البصر على الخط المارّ بالمراكز وبُعده من مركز إحدى الدائرتين ں ٦٠ ظ الأولتين مثل بعد ما بين مركزيهما. فإذا توهم مركز تدوير الكوكب على النقطة التي عليها تماسّ الدائرة الصغيرة إحدى الدائرتين الأولتين من خارج - أعني التي مركزها أقرب من النقطة التي يوضع البصر عليها - ثم تحركت الدائرة الصغيرة فحركت بحركتها النقطة المماسّة - أعني مركز التدوير - إلى خلاف الجهة التي يتحرك مركزها إليها، ويتحرك مركزها بحركة الحامل له، حصل لمركز التدوير بتحريكهما - أعني بانتقال / جملة الدائرة الصغيرة ١٥٩ و وبحركتها أيضاً على مركز نفسها حركة مركبة من هاتين الحركتين يظن أنها بسيطة مستوية

---

٣ - مركزي: مركزين في م.
٦ - فإنّ: لأنّ في م. الوضع: الموضع في ں.
٧ - خارج من داخل: داخل من خارج في ں.
٩ - وإذا: فإذا في ں.
١٠ - التوالي - أعني: سقطت في ں.
١١ - فبالعكس: كذا في ں، بالعكس في ں و م. الحركتان: الحركتين في جميع النسخ.
١١، ١٢ - الدائرتان الأولتان: الدائرتين الأولتين في ں و م، «الدائرتان أعني دائرة الحامل المتوهم ومعدّل المسير الأولتين» في ں.
١٢ - وبعده: مكررة في م.
١٣ - عليها: سقطت في ں.
١٤ - إحدى: أحد في ں.
١٥ - البصر: سقطت في ں و م. تحركت: تحركة في م.
١٥، ١٦ - النقطة المماسة: نقطة المماس في م، نقطة المماسة في ں.
١٦ - مركزها إليها: إليها مركزها في ں.
١٧ - بتحريكهما: كذا في ں، بتحركها في ں و م.

عند† مركز الدائرة التي هي أكثر خروجاً عن موضع† البصر، وهي المسمّاة بمعدل المسير.

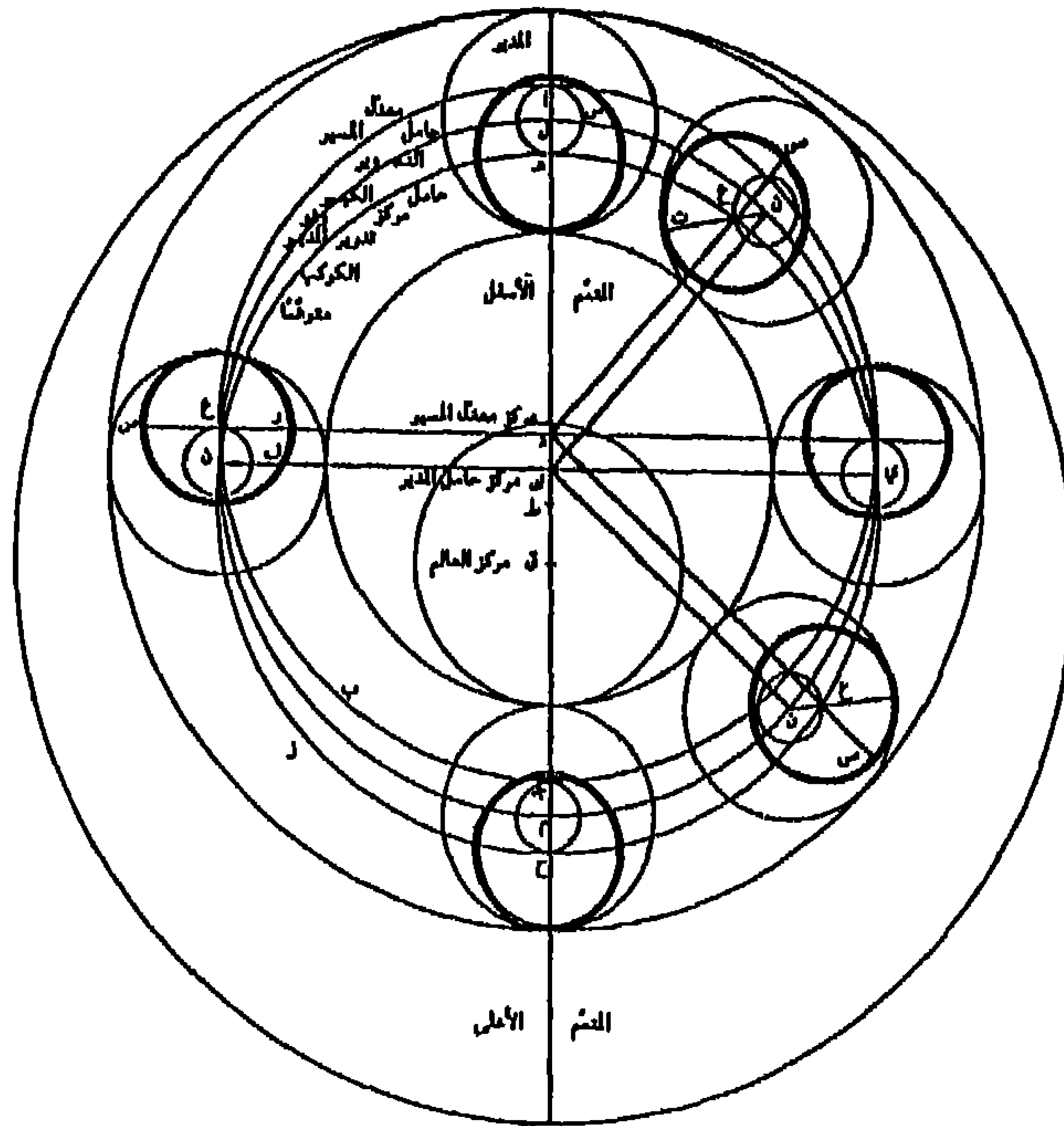
وأمّا مركز التدوير - أعني نقطة المماسّة المذكورة - فقد يخال أنّه محمول على الدائـرة التي مركزها أقرب من النقطة التي عليها البصر من أجل أنّ مركز التدوير يكون عـلى هذه الـدائرة في بعديه المختلفين - أعني أعظم أبعـاده من البصر وأقربهـا منه، وكـونه قـريباً من محيـطها في بـاقي دورته جـداً، فلذلك ظنّ بطلميـوس أنّ مركـز التدويـر لازم لمحيطهـا، وأنّـه يـرسمهـا بحركته.

ولنضرب لذلك مثالاً ليظهر ظهوراً بيّنـاً. [انظر الشكـل رقم (١١)]. فليكن دائرتـان متساويتان في بسيط واحد متقاطعتان. الأولى منهما، وهي التي يجعلها بطلميـوس دائرة معـدل المسير، عليها ا ب ج ، ومركزها نقطة د . والثانية منهـما، وهي التي يجعلها الفلك الحـامل لمركز التدوير، دائرة ه ز ح ، ومركزها نقـطة ط . وليتقاطعـا على نقـطتي و، ي . ونصل خط د ط المارّ بالمركزين وننفذه في الجهتين إلى محيطيهما. وليقطع دائرة ا ب ج عـلى نقطتي ا ج ودائرة ه ز ح على ه ح . ونقسم خط د ط بنصفين على نقـطة ك ، ونجعلها مـركزاً ونـدير عليهـا ببُعد د ا - أعني نصف قـطر الدائـرة الأولى - دائـرة عليهـا ل ن م . فتقطع كل واحد من خطي ا ه ج ح بنصفين على نقطتي ل ، م . م ٧٤ و ں ٦١ و

فنجعل نقطة ل مركزاً ونديرِ ببُعد ا ل دائرة صغيرة عليها ا س ه . فتمـاسّ دائرة

---

١ - †. . . † عوّض عنها في ں بالتالي: «المركز الذي هو أبعد المراكز من». بمعدل: مركز معدل في ں.
٢ - المماسة: المماس في م. يخال: ظن في ں. الدائرة: الدائر في م. التي: التي يوضع في ں.
٣ - من٢: فمن في ں.
٤ - وكونه: وكونها في بر.
٥ - دورته: ذروته في بر. لازم: كذا في ں، لازماً في بر و م.
٨ - التي: سقطت في بر و م.
٩ - ومركزها: مركزها في بر و م، مكررة في بر. يجعلها: يجعلها بطلميوس في ں.
١٠ - لمركز التدوير: هنـا في أسفل ص. م ٧٣ ظ كتب بيـد صعبة القـراءة الملاحـظة التاليـة: «هذا هـو الأصل الذي سماه العلا[مة] بأصل الحافظة والمدير نقله في النهاية وهذا أصلهـا الثالث؟». عـلى نقطتي: مكـررة في ں.
١١ - د ط : ك ط في بر و م. محيطيهما: محيـطها في جميـع النسخ. وليقـطع: وليقطع الخط المـذكور في ں.
١٢ - ا ج : ں تضيف «ويقطع أيضاً».
١٣ - عليها: بر و م تضيفان دائـرة. ببعد: وببعـد في بر و م. الأولى: الأولة في ں، دائـرة: سقطت هنا في بر و م وقدمت إلى العبارة السابقة.
١٤ - فتقطع: فتقطع ل ن م في ں. نقطتي: نقطة في بر.
١٥ - فتماسّ: فيماس في بر وغير منقوطة في م و ں، ں تضيف «الصغيرة».



[الشكل ١١]

١ ا ب ج من داخل على نقطة ا وتماس دائرة ه ز ح من خارج على نقطة ه . ولتكن
/نقطة س في النصف الأيمن من الدائرة الصغيرة. ١٥٩ ظ

فمن البينّ أنّ نصف قطر هذه الدائرة ـ أعني ه ل ـ يكون مساوياً لخط د ك ـ أعني نصف الخط الذي بين مركزي دائرتي ا ب ج ه ز ح الأولتين.

---

١ ـ وتماسّ: ن تضيف «أيضاً». ولتكن: وليكن في بر، ويليها محاولة رسم الشكل المقصود في أسفل الصفحة ١٥٩ و وقد أشير إليه على هامش الشكل بالعبارة التالية: هذا الشكل خطأ». وقد ورد هذا الشكل أيضاً في م بشكل أدق قليلاً ولكنّ فلك التدوير يقاطع فيه الدائرة الصغيرة ا س ه فيمنعها من أن تكون فلكاً. أمّا في ن فقد رسم الشكل مرتين على ص «٦١ ظ» و«٦٢و» وقد أشير بنفس اليد التي كتبت مخطوط ن إلى الرسم في ٦١ ظ بالعبارة التالية: «التدوير الصغير الذي فيه الكوكب هو الأحمر جميعه والتدوير الأوسط هو البياض المحيط الأحمر، والتدوير الأكبر المسمى المدير هو المحيط بهما» أما رسم ٦٢ و فقد كتب بيد أخرى وفقد هذه العبارة. أما الشكل المثبت هنا فيطابق ما ورد في ن مع بعض التعديلات الطفيفة والايضاحات التي يتطلبها النص.

٣ ـ أنّ: ن تضيف «نقطة». أعني¹: ن تضيف «خط».

٤ ـ الذي: ن تضيف «فيها».

١٥٩ ظ

†فإذا توهمنا أنّ دائرتي ا ب ج ، ه ز ح الأولتين ثابتتـان† وأنّ الكرة المحيـطة بتدويـر الكوكب يماس ⌐سطحها سطح التدوير يكون مركزهـا نقطة ل ، وتسمّى هـذه الكرة الفلك م ٧٤ ظ المدير للتدوير. ولتكن هذه الكرة مغرقة في ثخن كرة يحدها سطحان متوازيان مركـزهما نقـطة ك فيما بين سطحيها المتوازيين بحيث يماس سطح المدير سطحيها الظاهر والبـاطن، وتسمّى هذه الكرة الفلك الحامل.

فإذا تحركت هذه الكرة دورة تامة رسم مركز المـدير دائـرة مركـزها نقـطة كـ ، وهي الدائرة الوسطى المذكورة. وإذا تحرك المدير على مركز ل رسم مركز تدوير الكـوكب ـ أعني نقطة ه ـ الدائرة الصغيرة التي في داخل كرة المدير ـ أعني دائرة ا س ه المذكورة.

فإذا تحرك الحامل تحـركت †نقطة ل عـلى محيط† دائرة ل ن م الثـالثة التي مـركزهـا نقطة كـ حركة مستوية. فإنّها تدير بدورانها كرة المدير، ويدور بدوران كرة المدير على مركز نفسه مركز التدوير على دائرة ا س ه الصغيرة على مركزها ـ أعني نقطة ل ـ حركة مستويـة أيضاً ومساوية في السرعة لحركة نقطة ل .

وإذا انتقلت نقـطة ل على دائـرة ل ن م إلى ن ثم إلى م في النصف الأيسر من دائـرة ل ن م انتقلت نقطة ه عـلى دائرة ا س ه في النصف الأيمنْ من دائـرة ه س ا إلى نقطة ع †ثم إلى نقطة ح . وإذا تصـورت هذا الأمـر على مـا شرحناه، فـإنّ مركـز المديـر

---

١ ـ †. . . †: على هامش ى. ثابتتان: ثابتتين في ب و م.
٢ ـ التدوير: «التدوير الأوسط» في ى.
٤ ـ فيما بين: فيماس في ب و م. سطحيها¹: سطحها في م. سطحيها²: سطحها في م.
٥ ـ الحامل: ى تضيف «للتدوير الكبير».
٧ ـ مركز¹: سقطت في ب.
٨ ـ الدائرة: مكررة في م. الصغيرة: الصغرى في ى. في: سقطت في ى. دائرة: الدائرة في م.
٩ ـ †. . . †: على هامش ى.
١٠ ـ ويدور: فيدور في ب و م.
١٠، ١١ ـ على مركز نفسه: سقطت في ب و م،
١١ ـ التدوير: أضيف على هامش ى «الصغير» (كذا).
١٣ ـ وإذا: فإذا في ب و م. ثم إلى م : سقطت في ى.
١٥ ـ فإنّ: الأفضل حذفها وقراءة «و» مكانها.
١٥، ١٠ ـ †. . . † سقطت في ى.

١٥٩ ظ

ومركز التدوير† على أي آوضع فرضناه، ووصلنا خطوط ك ف ن ، د رع ص ، ن ع ت إلى محيط التدوير، فأقول: إنَّ خطي ك ف ن ، د ر ع ص متوازيان. ىه٦٣ و

برهانه انَّ قوس ل ن من دائرة ل ن م تكون في جميع أوضاع نقطة ل -أعني ن- من دائرة ل ن م شبيهة بقوس فع من الدائرة الصغيرة. فزاويتا ه ك ن ف ن ع متساويتان، †وخطا د ك ن ع متساويان†، فخطا ك ن ، د ع متوازيان بالمقدمة. فزاوية ا د ع مثل زاوية ل ك ن . فحركة نقطة هـ - أعني ع - على مركز د شبيهة بحركة نقطة ل - أعني ن - على مركز ك في أي وضع وزمان فرض.

لكن حركة نقطة ن على مركز ك حركة مستوية؛ فحركة نقطة ع على مركز د - أعني مركز معدل المسير - حركة مستوية. وهذه الحركة التي حصلت لنقطة ع †على مركز د †حركة مركبة من حركتي نقطتي ل وهـ - أعني ن وع المستويتين.

فقد تبيّن ممَّا قلنا إنَّه متى تحركت نقطة هـ بمجموع الحركتين المذكورتين حصل لها

١، ٢ - †...†:سقطت في ىه. على أي: يلي ذلك في ىه رسم أفلاك الكواكب العليا على ص. ٦١ ظ، وأعيد رسمه بيد أخرى على ص ٦٢و وتركت ٦٢ظ بيضاء. فرضناه: ىه تضيف: «فإنا إذا». ووصلنا: وصلنا في م وىه. د رع ص : د ر ص في ىه. ن ع ت : عن في ىه.

٢ - د رع ص : د رع في م.

٤ - فع : فع في م. ه ك ن : ل ك ن في ىه.

٥ - متساويتان: متساويتين في ىه. †...† سقطت في بر وم. ك ن ، د ع : كفن د رع ص في ىه. متوازيان: متوازيين في ىه. بالمقدمة: سقطت في بر وم.

٦ - أعني: ىه تضيف «نقطة».

٧ - فرض: يفرض في ىه.

٨ - مستوية: ىه تضيف «بالفرض».

٩ - معدل المسير: سقط حوالى ٤ صفحات من م ممَّا يلي ذلك وقد كتب في أسفل ص. ٧٤ ظ: «ونقل العلامة شيرا[زي] في النهاية وسماه أصل الحافظة والمدير وهو الأصل الثالث».

٩، ١٠ - †...†: سقطت في ىه.

١٠ - حركتي: ىه تضيف «كل واحدة من». ل وهـ : ل هـ في بر. أعني: ىه تضيف «نقطتي». ن وع في بر.

١١ - ممَّا: ما في بر.

حركة مستوية بالنسبة إلى نقطة د ومساوية في السرعة لحركة دائرة ل ن م .

فإذا فرض البصر على نقطة ق من خط ط ج ، وفرض بعده من ط مساوياً لبعد نقطة ط من نقطة د ، فإنَّ هذه الأبعاد متى كانت مقاديرها على وفق الأقدار التي وضعها ١٦٠ و /بطلميوس لبعدي مركزي الحامل والمعدل من نقطة ق - أعني مركز العالم - في واحد واحد من الكواكب، كان ما يظهر من هذه الحركات موافقاً لما يظهر له بالأرصاد.

فأمّا بطلميوس فإنّه جعل نقطة ط - أعني مركز دائرة ه ز ح - مركزاً للحامل† لمّا تبيَّن له أبعد البعد وأقرب القرب لفلك التدوير. فلذلك سمّاه بالحامل لمّا رأى مركز التدوير لازماً له. فظنه حاملاً لمركزه†.

وأمّا نقطة د فإنَّ الارصاد والبراهين الخطوطية عينتها بالبرهان من غير اختياره. فلا جَرَم إنّا لم نخالفه فيما يكون مستنده فيه برهانيّاً أو رصديّاً، لكن فيما أخذه بطريق ظنه المجرد فقط، †فخالف فيه الأصول†.

وبطلميوس أيضاً لمّا آ تبيّن له بالأرصاد وما لزم عنها بالبرهان أنَّ حركة مركز التدوير ٦٣ ظ تكون مستوية عند نقطة د ، وأنَّ أقطار التداوير إنّما تحاذي نقطة د ، وكانت الأصول التي قرّرها لا توافقه على ذلك، بل إنّما تقضي أن يكون ذلك عند نقطة ط - أعني مركز الحامل الذي يزعم أنّه مركز الفلك المحرك لفلك التدوير - ولم تكن الهيئة التي تصوّرها تفي بالجمع بينهما، أظهر أنَّ الشيء الذي يكتفى به إنّما هو توهّم حركات مستوية عند مراكز دوائر متوهمة كيف كان وضع تلك المراكز.

وذلك †لمّا اعتاص عليه الجمع بين ما يرى وموافقة الأصول عليه، أخذ الحركات

٢ - بعده من: «بعد البصر من نقطة» في ں. مساوياً: مساوٍ في بر و ں.
٤ - بطلميوس: ں تضيف: «لكل واحد من الكواكب الأربعة الزهرة والعلوية». واحد: سقطت في بر.
٥ - يظهر: ظهر في ں.
٦، ٨ - †. . . †: عوّض عنها في ں بالتالي: «اختياراً منه لا ضرورة».
٩ - عينتها: أخرجتها في ں.
١٠ - برهانيّاً أو رصديّاً: برهاناً أو رصداً في ں.
١١ - †. . . †: سقطت في ں.
١٢ - وما: ولّما في بر.
١٣ - التداوير: ں تضيف: «التي من أطرافها البعيدة تكون مبادىء الحركات على محيطات التداوير».
١٤ - يكون ذلك: ذلك سقطت في ں.
١٥ - الفلك: للفلك في ں. بالجمع: بالجميع في بر.
١٦ - دوائر: سقطت في ں.
١٨، ١ - †. . . † في ں: «عندما لم توافقه مراكز الأفلاك المحركة أخذ الحركات المستوية عند نقط غيرها».

المستوية عند نقط غير مراكز الأُكر المحركـة†، وتوهَّم أنَّ تلك النقط مـراكز لـدوائر لا وجـود لها، سمّاها معدلات المسير.

وخالف الأصول عمداً منه، لأنَّه لم يمكنه مخالفة الأرصاد وما يبنى عليهـا من البرهـان، لأنَّها أقوى عنده من الأصول، لأنَّ مستند الأصول الأشبه والأولى ومستنـد الارصاد العيـان، وعليه ترتّب البرهان. وترتّب على البرهان القطع بتلك الأمور المذكورة. وإنَّ عذره لواضح إذ كان كل علم وصناعة قلَّ أن توجد في بدئها كاملة عريَّة عن كل نقص، قد بلغ بهـا المبتدىء الغاية التي لا تقبل الاصلاح ولا الزيادة ـ سيّما هذه الصناعة الشريفة وغموضها. فأمَّـا شرفها فلأنَّها كمال الجـزء النظري من التعـاليم. وأمَّا غمـوضها فـظاهر. فـأمَّا الـذي لا يلحق علمه نقض فهو الله تعالى.

ولمَّا كان بطلميوس أوّل من هذّب هذا العلم، وأوّل من دوّن هيئـة الكواكب، عـلى ما يظهر من كلامه في كتاب المجسطي حكايةً عن أبرخس أنَّه قال: إنَّ أصحاب التعـاليم الذين كـانوا في عصره كـانوا مجمعـين على أنَّ الاختـلاف الذي يلحق كـلّ واحد من هـذه الخمسـة الكواكب واحد بسيط، وهو إمَّا من جهة فلك خارج المركز وإمَّـا من جهة فلك تـدوير، وانَّ أبرخس عاب عليهم آ ذلك فقال: إنَّ هـذا الاختلاف †مـركّب وليس† ببسيط، ولم يذكـر في (و ٦٤ و) أمرها شيئاً يعتمد عليه ولا بيّن فيها أصلاً. قال: وإنَّما تـرك ذلك لأنَّ الأرصـاد التي رصدهـا من كان قبله لم تكن محرّرة مستقصاة، لكنها بالحدس والتخمين أشبه. فلم يعتمد / عليها لأنَّه (١٦٠ ظ) كان رجلاً محبّـاً للحق مؤثراً له. لكنّه اختـار منها أقـربها من التحقيق فـدوَّنها في كتبه. ودوّن معها ما تولّى رصده هو بنفسه ممّا يصلح أن يبني عليه من يأتي من بعده.

---

١ ـ نقط: نقطة في بر. لدوائر: دوائر في و.
١، ٢ ـ لا وجود لها: ليس لها وجود في و.
٤ ـ لأنَّها: لأنَّه في بر. ومستند: مستند في بر.
٥ ـ وعليه: الذي عليه في و. إذ: إذا في بر.
٦ ـ توجد: توجدا في و دون النقط. بدئها: بدءها في بر، بدؤها في و.
٧ ـ ولا الزيادة: للزيادة في و.
٨ ـ الجزء: كذا في و، الجز في بر. الذي: و تضيف: «من شأنه أن».
٩ ـ الله تعالى: «الواحد الحق سبحانه وتعالى» في و.
١٠ ـ أوّل: هو أوّل في و. الكواكب: هذه الكواكب في و.
١٢ ـ كانوا في: «كانو في» في و.
١٣ ـ تدوير: تدويره في و.
١٤ ـ †. . . † على هامش و.
١٦ ـ فلم: ولم في و.
١٧ ـ رجلاً: فوق السطر في بر. من: إلى في و.
١٨ ـ تولّى: على هامش و. بعده: هذه الفقرة هي حقّاً فحوى عبـارة الفصل الثـاني من المقالـة ٩ من المجسطي وهي تكرر ما أورده سابقاً ص ٥٦٣ ـ ٥٦٧ وما يلي ذلك.

١٦٠ ظ

ثم جاء من بعده مانالاوس المهندس وثاون الاسكندريّان وغيرهما من أفاضل هذه الصناعة ممّن يوثق بعلمه وعمله كبطلميوس. وكان أقعد بهذا الشأن ـ أعني علم الفلك ـ ممّن تقدمه، فجمع من أرصاد المذكورين ومن الارصاد التي كانت على عهد ماطن وافطيمن البابليين اللذين هما أقدم من أبرخس، وأضاف إليها ما تولّاه بنفسه من أرصاد الكواكب، واستخرج من المجموع حركاتها الدوريّة، وأنّها إنّما توجد مستوية متى أضيفت إلى مراكز معدلات المسير، فانتظم له من الجملة ـ أعني ممّا حدسه من الهيئة وما لزم من الارصاد هذه الهيئة المخصوصة التي تقدم ذكرها. وذلك أنّ الارصاد والبراهين الخطوطيّة أدّته إلى مقادير ابعاد ما بين مركز العالم ومراكز الدوائر ـ أعني التي ينبغي أن تكون الحركة الوسطى للكوكب مستوية عندها، وتسمّى معدّلات المسير ـ والتي تكون مراكز التداوير موضوعة على محيطاتها، وتسمّى الحوامل، وأنّ أبعاد مراكز معدلات المسير ضعف أبعاد مراكز الأفلاك الحوامل من مركز العالم في الكواكب الأربعة العلويّة. وبنى هيئته على ذلك.

ولمّا تبيّن لنا طريق يوافق الأصول ويطابق الأرصاد، وهي الهيئة التي تقدم ذكرها عدلنا إليها بعد امتحاننا بالأعراض التي تلزم عنها ومطابقة ما يظهر منها لما وجده هو بالأرصاد التي استعملها فأصّل عليها طريقه. غير أنّ طريقنا سالمة آ من الشكوك الواردة على طريقه، وهي ں ٦٤ ظ أشبه بالأمر اللائق بالطبيعة السماوية.

واتبعنا ذلك بالنظر في محاذاة قطر التدوير الذي يحد بطرفه الأعلى الذروة الوسطى ـ وتسمّى بالمستوية. ولمّا تبيّن أنّ الخط المستقيم الذي يصل بين مركز التدوير وبين مركز المعدل المسير يكون دائماً موازياً للخط الذي يصل بين مركز المدير للتدوير وبين مركز كـ ـ أعني

---

١ ـ الاسكندريّان: الاسكندري في بر، الاسكندريين في ں.
٢ ـ اقعد: أي أعرق نسباً (القاموس).
٣ ـ فجمع: فجميع في ں.
٤ ـ هما: هم في بر و ں. الكواكب: هذه الكواكب في ں.
٦ ـ من[١]: سقطت في بر. وما: وممّا في ں.
٨ ـ الدوائر: التداوير في بر. الحركة: سقطت في بر. الوسطى: الوسطا في ں. للكوكب: ں تضيف: «التي هي حركة مركز تدوير الكوكب».
٩ ـ والتي: التي في بر.
١٠ ـ الأفلاك: أفلاك في ں.
١١ ـ العلوية: سقطت في ں. بنى: بنا في بر. هيئته: أمر هيئته في ں.
١٢ ـ لنا طريق: «لنا نحن طريقاً» في ں. ذكرها: «ذكرها أيضاً» في ں.
١٣ ـ وجده: وجد في بر.
١٤ ـ فأصّل: فاضل في بر. طريقه: طريقة في ں. سالمة: سالم في ں. وهي: سقطت في ں.
١٥ ـ بالطبيعة السماوية: «بطبيعة السماء» في ں.

مركز دائرة ل ن م التي هي عندنا الفلك الحامل ـ وكانت حركة مركز التدوير ـ أعني نقطه ع في المثال المقدم ذكره ـ إنّما تظهر مستوية عند نقطة د ، فلذلك لا يكون قطر التدوير الذي يحد الذروة الوسطى إذا انفذ على استقامة مرّ بنقطة د ـ أعني التي حركة مركز التدوير مستوية عندها. وذلك أنّ حركة المدير على مركزه تحوّل أوضاع ذروة التدوير فتنقلها تارة إلى ما يلي حضيض التدوير وتارة إلى ما يلي ذروته، لأنّ المدير يحرك مركز التدوير على محيط الدائرة الصغيرة المذكورة، فيغيّر وضع أقطاره. فينبغي أن †يتوهم فلك آخر متوسط بينهما† ليسقط هذه الحركة ـ أعني حركة المدير ـ من حركة التدوير الخاصّ لتبقى حركة التدوير البسيطة خالصة عن غيرها، †وقطره / على سمت نقطة د †. ١٦١ و

فإذا توهم هذا الفلك الأوسط مركزه مركز التدوير الأصغر، وأنّ حركته مساوية لحركة المدير للتدوير، ومحوره قائم على سطح الفلك المائل موازٍ لمحور المدير، وكان حركته في أعاليه مخالفة لحركة المدير في أعاليه، فيردّ وضع سطح التدوير الصغير وقطره إلى ما كانا عليه، ومتى نقصنا من زاوية ع ن ف ـ أعني انحراف قطر تعن وهو المار بمركزي المدير والتدوير، أعني زاوية نعص المساوية لها ـ كان قطر التدوير الذي يكون من طرفه الأعلى توجد الحركة المستوية الخالصة للكوكب هو قطر ص ع ر المتصل بخط ع على الاستقامة. فقد تبين أن قطر التدوير على هذه الهيئة يكون محاذياً لمركز معدل المسير.

فعلى هذا الوجه صححنا حركات هذه الكواكب وانتظم أمرها على الوصف اللائق

---

٣ ـ استقامة: استقامته في ى. مرّ بنقطة: من نقطة في ى.

٥ ـ حضيض التدوير: الحضيض في ب وشطبت ألف لام التعريف، والتدوير سقطت في ب.

٦ ـ †. . . †: سقطت في ى.

٧ ـ ليسقط: نسقط في ى. حركة التدوير١: فلك التدوير في ب.

٨ ـ †. . . †: سقطت في ى.

٩ ـ فإذا: هذه الفقرة تختلف نصاً عن الفقرة الواردة في ى، إذ تحدد بشكل أدق الأفكار العامة الواردة في ى. قابل نص ى فيما يلي.

١٤ ـ الاستقامة: الفقرة الواردة في ى والتي تصف الكرة المحيطة هي كما يلي: «فينبغي أن نتوهم كرة أخرى حاوية للتدوير الحامل للكوكب متوسطة بين المدير والتدوير مركزها مركز التدوير الصغير وتكون حركتها إلى خلاف جهة حركة المدير ومحورها موازياً لمحور المدير وقائماً على سطح المائل. فكلّما أدار المدير طرف القطر المارّ بالذروة الوسطى إلى التوالي اداره التدوير المتوسط بذلك القدر إلى خلاف التوالي، فيبقى وضعه أبداً موازياً للخط الواصل بين مركزي الحامل والمدير؛ فيكون القطر المارّ بالذروة أبداً محاذياً لمركز معدّل المسير». فقد: وقد في ى.

١٥ ـ معدل: المعدل في ى.

١٦ ـ حركات: حركة في ى.

١٦١ و

بالطبيعة السماوية. ولمّا آتهيّأ لنا ذلك تصوّرنا لكل واحد من الكواكب أُكراً مجسّمة زائدة على ما وضعه له بطلميوس تكون عنها تلك الحركات، †فتجري فيها† على الوجه الصحيح الذي لا شكّ فيه ولا يخالف في شيء منه أصلاً من الأصول ولا رصداً من الأرصاد. وسنوضح ذلك بعد فراغنا من شرح مذهب بطلميوس في عروض الكواكب الخمسة المتحيرة المسمّى عنده بالوراب والالتواء، †فنبين كيف يكون عن هذه الأكر مثل ذلك إن شاء الله تعالى†. ں ٦٥ و

فصل: في هيئة أفلاك الكواكب وعدد أكرها على الوجه المختار من مذهبه في الإقتصاص لا ما في المجسطي. م ٧٥ و

أمّا الوصف الذي تشترك فيه الكواكب الأربعة، وهي زحل والمشتري والمريخ والزهرة، فإنّ لكل واحد منها ستة أُكر سوى جرم الكوكب، منها أربعة طباق يحيط بعضها ببعض محيطة بمركز العالم وكرتين صغيرتين تحيط إحداهما بالأخرى ولا تحيطان بمركز العالم.

الكرة الأولى من أُكر كل واحد من الكواكب حاوية للفلك الكلي للكوكب كرة مجسّمة مجوّفة، يحدها سطحان كريان متوازيان، مركزهما واحد وهو مركز العالم. ومحور هذه الكرة منطبق على محور معدل النهار وحركتها إلى المغرب مثل حركته، فتحرك جميع ما فيها من أفلاك الكواكب من المشرق إلى المغرب في اليوم الواحد دورة تامة، وبهذه الحركة يكون طلوع الكوكب وغروبه،وتسمّى بالحركة اليومية.وهذا النوع من التحريك يقال له تحريك بالتشبث.

---

١ ـ السماويّة: السمائية في ں. تصورنا لكل واحد من الكواكب: «تصورنا لميل الكوكب عن المائل» في ں. أكراً: أكر في بر.

٢ ـ ما وضعه له بطلميوس: وضعناه في ں. † . . . † ں: «في العرض».

٣ ـ أصلاً: أصل في بر. رصداً: رصد في بر.

٣، ٤ ـ وسنوضح ذلك: سقطت في بر.

٤ ـ بعد: وبعد في بر. عروض: عروض هذه في ں.

٥ ـ † . . . † سقطت في ں. فنبيّن: نبيّن في بر.

٦ ـ فصل: الفصل الثاني والأربعون في ں. أكرها: أكرها على أكرها في بر.

٧ ـ لا ما: كذا في بر وم، «وفي» في ں.

٩ ـ سرى: سوا في ں.

١٠ ـ محيطه: سقطت في ں. كرتين صغيرتين: كرتان صغيرتان في بر وم. احداهما: احدهما في بر وم.

١١ ـ كرة: وهي كرة في ں.

١٢ ـ وهو: هو في ں.

١٣ ـ إلى المغرب: م تضيف «في اليوم».

١٥ ـ اليومية: ں تضيف سهواً: «وتحرك معها ما تحويه من أفلاك الكواكب تحركها إلى». تحريك: تحريكاً في ں.

وأمّا الكرة الثانية من أُكره، وهي محوية للكرة الأولى، وهذه الكرة تسمّى بالفلك الكلي للكوكب؛ وهي منقسمة إلى كرتين يقال لهما المتمّمان. فالأولى منهما كرة مجسّمة مجوّفة مختلفة الثخن تسمّى بالمتمّم الأعلى من متممي الفلك الكلي للكوكب. ويحد هذه سطحان كريان غير متوازيين مختلفا المركزين، مركز السطح الأعلى منهما آ هو مركز العالم ومحوره محور البروج. ن ٦٥ ظ
وحركة هذه الكرة عليه إلى توالي البروج - أعني إلى جهة المشرق - في كل مائة سنة درجة واحدة على ما وجده بطلميوس، ودرجة ونصف على ما وجده / المتأخرون المحدثون، فينقل ١٦١ ظ
معه البعد الأبعد المسمّى بالأوج.

ونقطتي التقاطع بين منطقة هذه الكرة، وهي الدائرة العظيمة التي على سطحها الأعلى موازية لمنطقة البروج - وبين الدائرة المائلة عليها المقاطعة لها، وهي الحادثة من الفصل المشترك لسطح هذه الكرة الأعلى وللسطح المستوي الذي يرسمه مركز تدوير الكوكب، وتسمّيان - أعني هذين التقاطعين - بالجوزهرين وبعقدتي الرأس والذنب.

⌐والسطح الأدنى من هذه الكرة مركزه خارج عن مركز العالم يسمّى مركز الحامل إذ هو م ٧٥ ظ
مركز كرة الحامل عنده. وهذا السطح مماس للسطح الأعلى منهما على النقطة المسمّاة بالأوج. وإذا تحرّكت هذه الكرة حرّكت جميع ما تحويه من أكر الكواكب الباقية تحريكاً بالضرورة.

وأمّا الكرة الثالثة، وهي الفلك الحامل لفلك التدوير، فكرة مجسّمة مجوّفة متساوية الثخن، يحدها سطحان متوازيان مركزهما واحد هو مركز السطح الحاوي لهذه الكرة - أعني السطح الباطن من المتمّم الأعلى - وقد تقدم ذكره. وفي ثخن هذه الكرة يكون فلك التدوير، وسيأتي ذكره.

وأمّا الرابعة فكرة مجسّمة مجوّفة أيضاً، محويّة للكرة الثالثة، يحدها سطحان كريان غير متوازيين، مختلفا المركزين؛ مركز السطح الأعلى منهما مركز الحامل المقدّم ذكره، ومركز السطح الأدنى منهما مركز العالم، وهذا السطح مماس للسطح الأعلى منهما على نقطة تسمّى

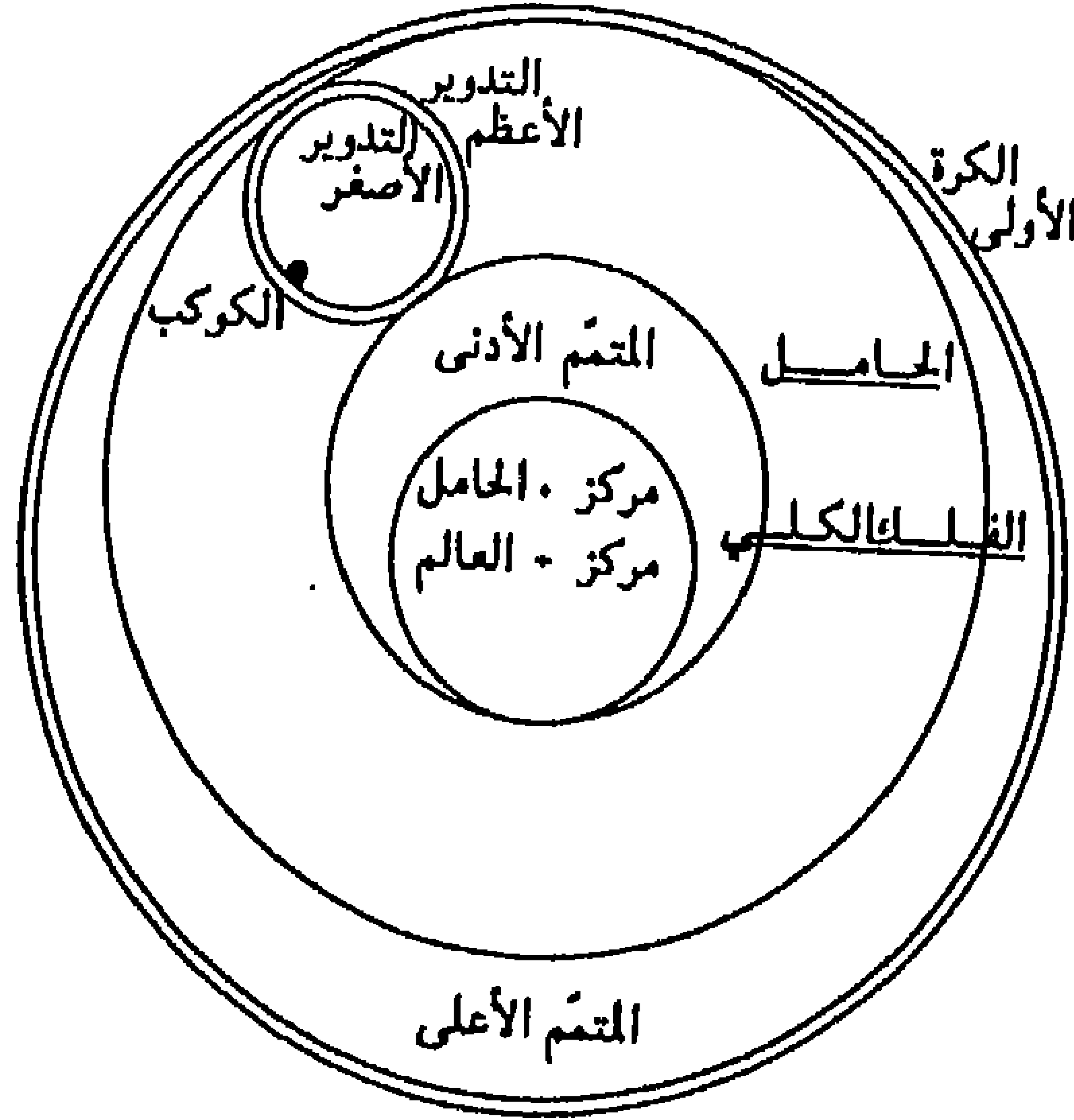
---

٢ - المتمّمان: المتمّمين في بر وم. فالأولى: والأولى في ن. مجسمة: سقطت في ن.
٣ - الفلك: على هامش ن. الكليّ: على هامش بر. ويحد: يحد في ن. هذه: هذه الكرة في ن.
٦ - وجده: وجد في بر وم.
٨ - بين: من في بر وم.
١٠ - للسطح: السطح في ن.
١١ - أعني: سقطت في ن.
١٢ - هو: بر وم تضيف «كرة».
١٩ - مجسّمة مجوّفة: مجوّفة مجسّمة في ن.
٢١ - للسطح: السطح في ن، الأولى: الأولة في ن. قرب هذا السطر الذي يبدأ في بر بكلمة «للسطح» افرد بياض لرسم الشكل الذي ورد في ن وم فقط ولم يُتمّ. أمّا الشكل الذي نورده في آخر هذا الفصل هو الوارد في ن وم مع بعض التغييرات الطفيفة لمراعاة النص.

البعد الأقرب والحضيض أيضاً، وهي على مقابلة البعد الأبعد.

وأمّا كرة التدوير العظمى فكرة مجسّمة مجوّفة أيضاً يحدها سطحان متوازيان مركزهما مركز التدوير الذي هو حشوها. وهذه الكرة مغرقة في ثخن الحامل فيما بين سطحيه المتوازيين، يماسّ سطحها الظاهر سطحيه، ويساوي قطرها ثخنه.

والثانية من آ أُكر التدوير كرة مجسمة مصمتة محوية للسطح الباطن من الأولى. ب ٦٦ و
والكوكب كرة مصمتة مغرق في جسم هذه الكرة بحيث يماس سطحها سطحه على نقطة مشتركة بينهما. وقطر كرة التدوير - أعني هذه الحاوية - أعظم من قطر كرة التدوير الأصغر، وقطر التدوير الأصغر أعظم ممّا حدّه في كتاب المجسطي لأنّه يزيد عليه بضعف نصف قطر الكوكب / ويزيد الأعظم ⌐ عليه بضعف ثخانة الأعظم - أعني قدر زيادة قطر التدوير † الحاوي ١٦٢ و- م ٧٦ و
على قطر التدوير† المحوي. وكذلك يزيد نصف قطر الفلك الحامل والممثّل الكليّ فتزيد لذلك أبعاد الكواكب وأجرامها† لهذين الشيئين عن أبعاد الكواكب وأجرامها† المحدودة في كتبهم. وهذه صورة مشتركة للكواكب الأربعة. [انظر الشكل رقم (١٢)].



[الشكل ١٢]

---

٦ - سطحه: سطحيه في ب و بر.
٧ - وقطر: فقطر في ب.
٨ - حدّه: حدّده في ب.
٩ - الأعظم: ب تضيف «إلّا» خطأً. ثخانة: بحاويه في م.
٩، ١٠ - †...†: سقطت في بر.
١١ - †...†: على هامش ب.واجرامها المحدودة: «واجرامه المحدودة» في بر و م.

فصل: في فلك الشمس وعدد أكرها. ب ٦٦ ظ

فأمّا فلك الشمس فعلى ما تقدّم بيانه، غير أنّه زاد فيه الكرة الشبيهة بمعدّل النهار. فصار عدد الأكر المختصّة بها أربع أكر مجسّمة مجوّفة طباق محيطة بعضها ببعض حاوية لمركز العالم.

الكرة العليا منها - وهي الشبيهة †بمعدّل النهار† - يحدّها سطحان كريان متوازيان مركزهما مركز العالم، السطح الأعلى منهما محويّ لمقعر فلك المريخ على رأي بطلميوس، وهي متحركة من †المشرق إلى المغرب† مثل حركة المعدّل وعلى قطبين هما على محوره. فتدير الفلك الكلّي للشمس بجميع ما فيه من أفلاكها وجرمها في اليوم الواحد دورة بالتقريب.

وأمّا الكرة الثانية - وتسمّى الفلك الكلّي للشمس - وهي منقسمة بمتمّمين: المتمّم الأعلى منهما محوي للسطح الباطن من الشبيهة. ويحدّ هذه الكرة سطحان كريان غير متوازيين. مركز السطح الأعلى منهما مركز العالم، وعليه الدائرة المسمّاة بالممثل بالبروج. وعلى محور هذه الدائرة تكون حركة هذه الكرة من أكر الشمس على رأي المتأخرين، لا على رأي بطلميوس، فتنقل بنقلتها نقطة البعد الأبعد المسمّى بالأوج في كل مائة سنة †جزءاً واحداً ونصفاً† إلى التوالي. وأما السطح الباطن منهما فمركزه خارج عن مركز العالم ويسمّى مركز الخارج للشمس.

وأمّا الكرة الثالثة فمحويّة للثانية - وهي الفلك الحامل - وهي كرة مجسّمة يحدّها سطحان كريان متوازيان مركزهما مركز واحد وهو مركز السطح الباطن من الكرة الحاوية لهذه الكرة. والشمس جسم كري مصمت مغرق في ثخن هذه الكرة بحيث يماس سطحها سطحيها، ويساوي قطرها ثخنها. وحركتها على محور موازٍ لمحور البروج وقائم على سطحه. ⌐ومركز هذه الكرة في سطح البروج، وقد تقدم ذكره. وحركتها من †المغرب إلى المشرق† في م ٧٦ ظ

---

١ - فصل: الفصل الثالث والأربعون في ب. فلك الشمس: فلكها في ب.
٣ - محيطة: يحيط في ب.
٥ - †...†: سقطت في ب.
٧ - †...† ب: «الشرق إلى الغرب».
١٢ - من اكر: مراكز في بر وم.
١٣ - بنقلتها: بنقلها في م وب.
١٣، ١٤ - †...† بر «جزء واحد ونصف»، م وب: «جز واحد ونصف».
١٤ - مركز٢: مركزه في بر وم.
١٦ - وهي: وهو في ب وم.
١٩ - سطحيها: سطحها في ب.
٢٠ - الكرة: سقطت في بر. †...† بر وم: «المشرق إلى المغرب».

كل سنة شمسية دورة واحدة. والسنة الشمسيّة ثلاثمائة وخمسة وستون يوماً وتسعة وعشرون جزءاً من مائة وعشرين جزءاً من يوم بالتقريب.

وأمّا الكرة الرابعة آ منها فكرة مجسّمة مجوّفة مختلفة الثخن يحدّها سطحان كريان غير متوازيين: السطح الأعلى منهما محوي للسطح الأدنى من الحامل، ومركزه مركز الحامل، والسطح الأدنى منهما حاوٍ لمحدب الكرة الشبيهة من أُكر الزهرة. ومركز هذا السطح هو مركز العالم، ويُسمّى بالمتمّم الأدنى، وحركته تابعة لحركة المتمّم الأول. ں ٦٧ و

فصل: في هيئة أفلاك عُطارد.

/وعدد أُكره على ما في الاقتصاص ثمانية؛ منها ستة أكر مجسمة مجوّفة طباق محيطة بمركز العالم، وكرتا التدوير إحداهما محيطة بالأخرى وهما غير حاويتين لمركز العالم. ١٦٢ ظ

فأمّا الكرة الأولى من أكره، وهي الشبيهة بالمعدّل، يحدّها سطحان كريّان متوازيان، مركزهما واحد هو مركز العالم، السطح الأعلى منهما محوي لمقعّر فلك الزهرة، والأدنى منهما حاوٍ للكرة الثانية من أُكره. وحركة هذه الكرة من المشرق إلى المغرب مثل حركة معدّل النهار على قطبين مسامتين لقطبيه في اليوم الواحد دورة بالتقريب، فتدير معها جميع ما حوته من أفلاك عطارد.

وأمّا الثانية فكرة مجسّمة، وتسمّى بالفلك الكلّي للكوكب وهي منقسمة إلى كرتين: الكرة العليا منها يحدها سطحان كريان غير متوازيين على مركزين مختلفين، ومنطقة هذه الكرة تسمى الفلك الممثّل إذ على محيطه الفلك الممثل. مركز السطح الأعلى منها مركز العالم ومركز

---

١ - وعشرون: وعشرين في ں.
٤ - مركز: مراكز في م.
٥ - حاو: حاوي في ں.
٧ - فصل: الفصل الرابع والأربعون في ں.
٨ - منها: سقطت في ں، مجسّمة مجوّفة: مجوّفة مجسّمة في ں.
٩ - كرتا: كرتان في م، كرتين في ں. التدوير: للتدوير في ں. احداهما: احديهما في ں.
١٠ - فأمّا: أمّا في ں.
١١ - هو: وهو في ں.
١٢ - حاوٍ: حاوي في ں. المشرق إلى المغرب: الشرق إلى الغرب في ں. حركة: حركت في م.
١٣ - مسامتين: مساويتين في م. دورة: دورة واحدة في ں.
١٥ - وتسمّى: ں تضيف «بالممثل». بالفلك: والفلك في ں.
١٧ - تسمّى الفلك: تسمّى بالفلك في ں.

الأدنى خارج عن مركز العالم، ويسمّى مركز الفلك المدير. السطح الأعلى منهما محوي لمقعر الكرة الأولى، والسطح الأدنى منهما حاو لمحدب الكرة الثالثة من أكره. يماس هذا السطح م ٧٧ و الأدنى منها السطح الأعلى على نقطة مشتركة تسمّى أوج الفلك المدير. وتسمّى هذه الكرة بالمتمم الأعلى من المتمّمين المسمّيين بالفلك الكليّ. وحركة هذه الكرة من جهة المغرب إلى جهة المشرق في كل مائة سنة من سني الشمس درجة واحدة عنده وعند المتأخرين آ درجة ى ٦٧ ظ ونصف. ومنطقتها في سطح البروج. وقطباها على محور البروج. وينتقل بحركتها الأوج المقدّم ذكره الذي كان على عهد بطلميوس في الجزء العاشر من برج الميزان، وتنتقل بهذه الحركة نقطتا التقاطع التي بين هذه المنطقة وبين سطح †فلكه المائل على توالي† البروج.

وأمّا الثالثة †وتسمى بالفلك المدير وهو منقسم† إلى كرتين أيضاً: الكرة العليا منهما تسمّى بالمتمّم الأعلى من قسمي الفلك المدير يحدها سطحان كريان غير متوازيين، مركز السطح الأعلى منها تقدم ذكره، ومركز الأدنى هو مركز الفلك الحامل الذي يأتي ذكره. يماسّ السطح الأعلى منها للأدنى على نقطة مشتركة تسمّى أوج الفلك الحامل. وحركة هذا الأوج على رأي بطلميوس إلى خلاف التوالي فهي مخالفة للأولى في الجهة وفي المقدار لأنها أسرع من الحركة الأولى. وهذه الكرة محويّة للثانية أعني المتمّم المقدّم ذكره، وحاوية للفلك الحامل. ومنطقة هذه الكرة في سطح مائل عن سطح البروج يحيط معه بزاوية عند مركز البروج مبلغها على ما في الاقتصاص سدس درجة. ومحور هذه الكرة يسمّى محور المدير وهو مقاطع لمحور البروج على نقطة خارجة عن مركز البروج، وحركتها في كل يوم إلى خلاف التوالي مثل وسط الشمس فينتقل بحركتها أوج الحامل السريع الحركة وتنقل جميع ما تحويه من باقي / أفلاك ١٦٣ و عطارد.

---

٢ ـ الأولى: الأولة في ى. حاو: حاوي في ى.
٣ ـ الكرة: الكرة عنده في ى.
٥ ـ جهة المشرق: المشرق في ى وم. عنده: سقطت في ى.
٦ ـ قطباها: قطبيها في ى. وينتقل: فينتقل في ى.
٧ ـ المقدم: الذي تقدم في ى. الذي: وقد في ى. وتنتقل: وتنقل في م.
٨ ـ †...†: على هامش ى.
٩ ـ †...†: في ى «من أكره فمنقسمة».
١٠ ـ قسمي: متممي في ى.
١١ ـ منها: «منها هو ما» في ى.
١٢ ـ للأدنى: الأدنى في م وى. الأوج: «الأوج بهذا المدير» في ى.
١٣ ـ للأولى: الأولى في م.
١٥ ـ عن: أن في م.
١٧ ـ كل: على هامش ب.
١٨ ـ فينتقل: فتنتقل في ى. السريع: السريعة في ب وم. تحويه: على هامش ى. من باقي: «فيها من» في ى.

وأمّا الرابعة من أُكره، وتسمّى بالفلك الحامل لفلك التدوير، فكرة يحدّها سطحان متوازيان مركزهما خارج عن مركز العالم ومركز منطقة المدير. السطح الأعلى منهما محوي م ٧٧ ظ للسطح الأدنى من متمّم المدير الأعلى، والسطح الأدنى حاو للسطح الأعلى من متمّم المدير الأدنى. ومنطقة هذه الكرة في السطح المائل المقدم ذكره. وحركتها على قطبيها إلى التوالي كل يوم ضعف حركة الشمس فيفضل لمركز التدوير إلى التوالي †بحركة الحامل† في كل يوم بعد تحريك المدير له مثل وسط الشمس. ولا يحتاج إلى زيادة الشرط الذي قاله بطلميوس في ں ٦٨ و هذه الحركات بعد أن ثبت أنّ لأوج الشمس حركة مثل حركة أوج المدير الذي في الميزان.

وأمّا الخامسة من أُكره فيحدها سطحان كريان غير متوازيين مختلفا المركزين، مركز السطح الأعلى منهما هو مركز الحامل ومركز الأدنى منهما مركز السطح الأعلى من المدير. وحركتها تابعة لحركة المدير، وتسمّى بالمتمّم الأدنى من المدير.

وأمّا السادسة، وتسمّى بالمتمم الأدنى من الفلك المسمّى بالممثل، فكرة مجسّمة يحدّها سطحان كريان غير متوازيين. السطح الأعلى منهما محوي لمقعر المتمّم الأدنى من المدير ومركزه مركز المدير. والسطح الأدنى منهما حاوٍ للكرة الشبيهة من أُكر القمر. ومركز هذا السطح مركز العالم. وحركة هذه الكرة تابعة لحركة الممثل ـ أعني المتمّم الأعلى المقدّم ذكره.

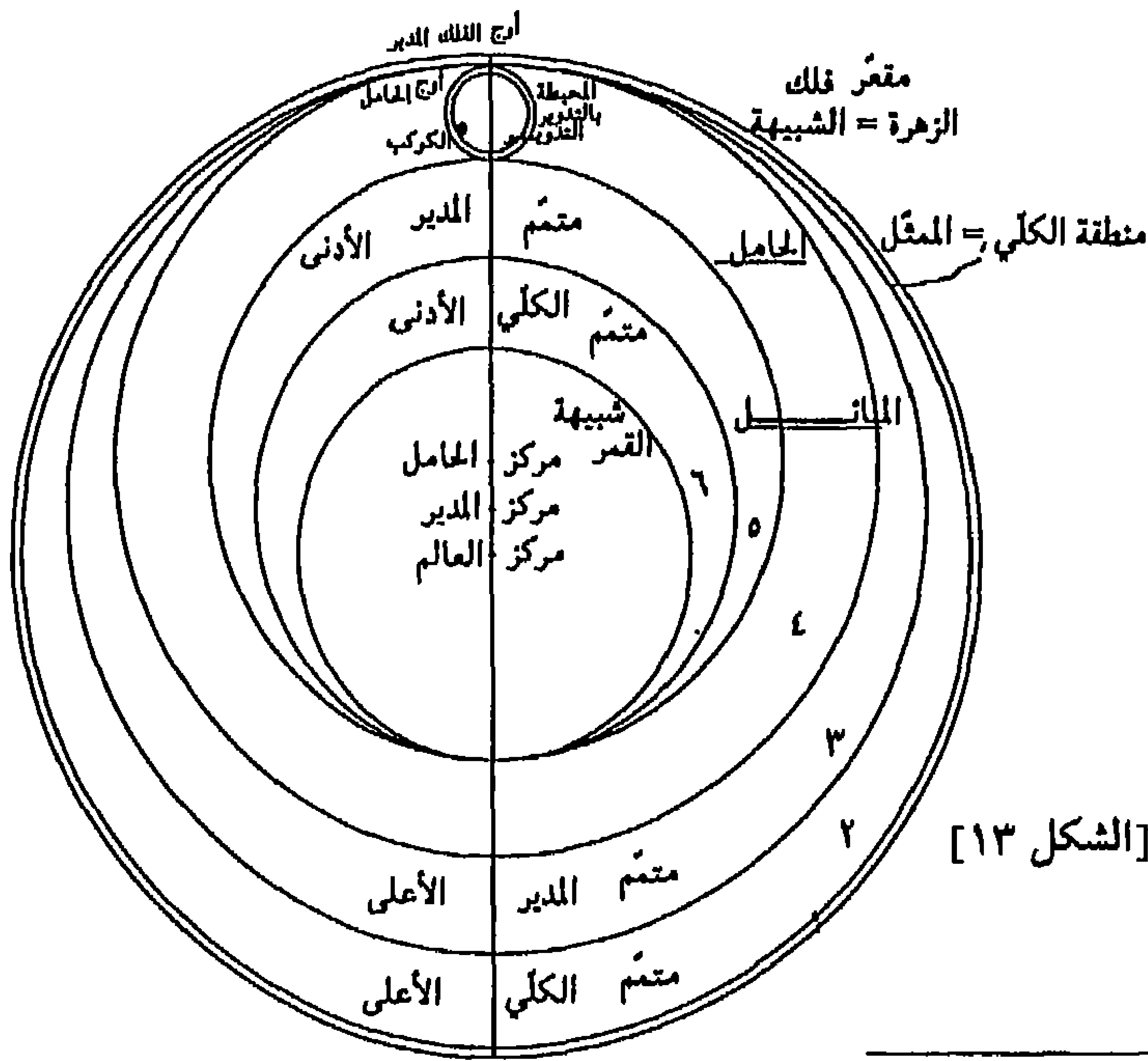
آ وأمّا فلكا التدوير فإنّ الحاوي منهما كرة مجسّمة مجوّفة يحدّها سطحان كريان متوازيان ں ٦٨ ظ مركزهما هو مركز التدوير. وهذه الكرة مغرقة في ثخن الحامل بحيث يماس سطحها سطحيه، ويساوي قطرها سمكه. والكرة المحوية، وهي فلك التدوير، كرة مصمتة يحدّها سطح واحد كريّ، مركزه مركز التدوير المذكور أوّلاً.

والكوكب كرة مصمتة يحدّها سطح واحد كريٌّ وهو مغرق في الكرة الثانية المحوية من أُكر التدوير، بحيث يماسّ سطحه سطحها على نقطة مشتركة.

---

٢ ـ منطقة: سقطت في ں، نقطة في م.
٣ ـ المدير: المائل في ں.
٤ ـ الأدنى: الأدنى منها في ں. حركتها على: حركة في ں، حركتها في م.
٥ ـ †. . .†: سقطت في ں.
٧ ـ الذي: سقطت في ں.
٨ ـ وأما: «وأمّا الكرة» في ں.
٩ ـ الأعلى: الأعلا في ں.
١١ ـ وأمّا: وأمّا الكرة في ں.
١٣ ـ حاوٍ: حاوي في ں.
١٤ ـ الممثل: كرة الممثل في ں. ذكره: يلي ذلك في ں شكل أفلاك عطارد.
١٥ ـ فلكا: فلك في م. متوازيان: متوازين في م.
١٩ ـ يحدها: يحده في ں.

والتدوير الأوّل يدور على مركزه وعلى قطبين ومحور قائم على سطح المائل ومنطقته في سطح المائل. وحركته امّا في الجانب الأعلى من كرته فإلى خلاف توالي البروج، وفي الجانب الأدنى منها فإلى التوالي، في كل ⌐يوم مثل حركة مركز التدوير ـ أعني وسط الشمس. وأمّا م ٧٨ و
التدوير الأصغر، وهي الكرة المحويّة لهذه فدورها على مركزها / على محور مائل عن محور ١٦٤ و
التدوير الأول مقاطع له عند مركز التدوير المشترك، وكذلك منطقتاهما ـ وهذا الميل هو المسمّى بالوراب، وهو العرض الذي يلحق الكوكب من جهة قطر تدويره. وحركتها في أعاليها إلى جهة المشرق وفي أسافلها إلى المغرب، وحركتها مساوية لمجموع الحركة المسمّاة بالخاصة ـ وهي ثلاث درج وست دقائق وسبعة وعشرون ثانية في كل يوم ـ ولحركة مركز التدوير ـ أعني وسط الشمس ـ معاً. فيفضل له بعد الردّ مثل الخاصة المذكورة. [يلي الشكل رقم (١٣)].



[الشكل ١٣]

---

١ ـ وعلى: على في ب و م. قائم: قائماً في ب و م.
٢ ـ وفي: قرب هذا السطر في ب بياض ترك لرسم أفلاك عطارد، غير انّه بقي كذلك وأشير إليه: «البياض صحيح». أما الشكل الذي نرفقه في هذا الفصل فيعتمد على الشكلين الواردين في ى (٦٨و) وم (٧٨و) وعلى النص، إذ انّ الشكلين المذكورين اقتصرا على الدوائر فقط دون تعريفها.
٣ ـ منها: منه في ى. فإلى: إلى في ى.
٤ ـ لهذه: سقطت في ى. على: ينتقل النص في ب من ١٦٣و إلى ١٦٤و وربما ترك ١٦٣ظ بياضاً لرسم أفلاك عطارد.
٥ ـ وكذلك: ولذلك في م. منطقتاهما: منطقيهما في ى.
٨ ـ ثلاث: ثلاثة في ى. وعشرون: وعشرين في جميع النسخ.

فصل [في عدة أفلاك الكواكب].

وأمّا هيئة أفلاك القمر ونعت حركاتها فقد تقدم ذكرها مستقصىً، ولم يُزد في هيئته على هذا الرأي شيء سوى الكرة الشبيهة† بالمعدل وقد تقدم وصفها. وهذه الشبيهة† تكون حاوية لفلك الجوزهر فتحركه بالتشبث الحركة اليومية كتحريك المعدّل للثوابت. وعدد أكره على هذا الرأي ستة أكر: منها خمسة حاوية لمركز العالم وكرة صغيرة واحدة، وهي تدوير القمر، غير حاوية للمركز.

ن ٦٩ و الأولى ˥ منها الشبيهة بالمعدل، والثانية فلك الجوزهر، والثالثة المتمم الأعلى من متمّمي الفلك المائل، والرابعة الفلك الخارج المركز المسمّى بالحامل، والخامسة المتمّم الأدنى من متمّمي الفلك المائل، وهو الحاوي بمقعره لفلك النار، وقد تقدّم وصف ذلك كله في هيئة أفلاك القمر فلا حاجة إلى إعادته.

م ٧٨ ظ فجميع الأكر السماوية على هذا الرأي أربع وأربعون ˥كرةً سوى أجرام الكواكب فإنّها غير داخلة في هذا العدد. وأمّا على رأي من يقول بأنّ أفلاك تداوير الكواكب الخمسة كل واحد منها ثلاث أكر طباق فتكون تسعاً وأربعين كرة. ومن زعم أن للشمس تدويراً يتحرك حركة بطيئة جداً وأن بهذه الحركة تحصل للشمس سرعة مدّة مّا من السنين، فيكون زمان سنيّها أقصر، ويحصل لها بطءٌ ما مدة من السنين تلو السنين الأولى فيطول زمان سنيّها، وأنّ هذا التدوير محمول على الفلك الخارج المذكور للشمس، فتكون عدة الأكر عنده خمسين كرة. وأمّا على رأي بطلميوس في المنشورات فثمانية† وعشرون كرة ومنشوراً. وعلى رأينا فعدتها سبعة وثلاثون كرة، وترتيبها على ما يرى في الجدول [رقم (٢)]†.

---

١ ـ فصل: الفصل الخامس والأربعون في ن. وعنوان هذا الفصل مضاف للإيضاح مع أنّه لم يرد في أيّ من النسخ.
٢ ـ يُزد: يزدد؟ في ن.
٣ ـ سوى: سوا في ن. †...†: سقطت في بر و م.
٧ ـ منها: منهنّ في ن. والثالثة: الثالثة في ن.
٨ ـ والخامسة: والسادسة في ن.
١١ ـ السماوية: المساوية في م. أربع: أربعة في بر و م، ٤٤ في ن. سوى: سوا في ن.
١٢ ـ على: سقطت في ن. بأنّ: فإنّ في م.
١٣ ـ تسعاً وأربعين: تسعة وأربعين في بر و م، ٤٩ في ن.
١٤ ـ بهذه: لهذه في م و بر وقد صححت إلى «بهذه» في بر.
١٥ ـ تلو: تلوا في بر. الأولى: الأولة في ن.
١٧ ـ وعشرون: وعشرين في ن.
١٧، ١٨ ـ †...†: على هامش بر. وعلى: على في ن.
١٨ ـ الجدول: سقط الجدول بأسره في بر و م وبقي فقط في ن.

١٦٤ و ـ ١٦٤ ظ

جدول رقم (٢)

الآراء في ذلك	الفلك المعدل	الثوابت	زحل	المشتري	المريخ	الشمس	الزهرة	عطارد	القمر
العدد على رأيه في المجسطي لب	ا	ا	د	د	د	ج	د	و	ه
عدتها على رأيه في الاقتصاص كح	ا	ا	و	و	و	د	و	ح	د
عدتها على رأي ثالث مط	ا	ا	ز	ز	ز	ه	ز	ح	و
عدتها وترتيبها على رأينا لز	المعدل	الثوابت	زحل	المشتري	المريخ	الزهرة	الشمس	عطارد	القمر
	أ	أ	د	د	ه	ه	ج	ز	و

فصل: [تفصيل عدّة أفلاك الكواكب وهيئتها على رأي العَرضي] ١٦٤ ظ ـ ر ٦٩ ظ

وأمّا هيئتها وعدتها على رأينا فعلى ما أقول: إنّ الكرة الأولى المحيطة بالكلّ التي منطقتها معدل النهار، وهي المتحركة في اليوم بليلته دورةً تامة وقوساً مقدارها مطالع القوس

٣ ـ كح: كذا والعدد مب.
٥ ـ المشتري: زحل في ر. لز: كذا والعدد المثبت هو ٣٦. ويضيف في ر جدول بعدد «المناشير المذكورة في الاقتصاص» لكنه غير مقروء.
٧ ـ فصل: الفصل السادس والأربعون، والعنوان مضاف للإيضاح.
٩ ـ وأمّا: فأمّا في ر، رأينا: رأينا نحن في ر.
١٠ ـ قوساً: قوس في جميع النسخ.

١٦٤ ظ

التي تسيرها الشمس في ذلك اليوم، تدير معها فلك الثوابت إمَّا بالتشبُّث على ما بيَّنا فيما سبق وإمَّا بالضرورة إن كان مركز ⌐السطح الأعلى من كرة الثوابت خارجاً عن مركز العالم، لجواز (م ٧٩ و) ذلك وعدم الدليل على نقيضه. وأمَّا السطح الأدنى من كرة الثوابت فإنَّا نتوهم مركزه خارجاً عن مركز العالم بمقدار خروج مركز الخارج لكوكب زحل. فإذا تحرك فلك الثوابت حرَّك الفلك الخارج المسمَّى بالحامل لزحل تحريكاً بالضرورة، لأنَّ مركز الحامل لزحل خارج عن مركز السطح الأعلى الذي على مركزه †تتحرك كرة† الثوابت. وليس بين كرة الثوابت وبين الفلك الحامل لتدوير زحل جسم آخر منفصل عن كرة الثوابت لعدم الحاجة إليه مع عدم الدليل على وجوده. وإذا لم يكن بين السطح الأدنى من كرة الثوابت وبين السطح الحاوي لحامل زحل سطح ثالث يفصل بينهما على المختار من رأينا، فإنَّ الفلك الحامل لزحل يتحرك بالحركتين اللتين يتحركهما فلك الثوابت. وإذا تحرك الحامل لزحل بكل واحدة منهما بالعَرَض حرَّك ما يحويه، وهو الجسم المالي بين مقعره ومحدّب الفلك الحامل للمشتري لاختلاف مراكز هذين الفلكين الخارجين أعني الحامل في زحل والحامل في المشتري، ولما قد تبيَّن من اختلاف موضعي أوجيهما. فلا تكون مراكزهما نقطة واحدة.

ويكون حال الحامل في المشتري عند الجسم المالي بينه وبين الحامل لزحل كحال الحامل في زحل عند فلك الثوابت. ومثل هذا الأمر يتصوَّر في الحامل لتدوير المريخ وفي الحامل لتدوير الزهرة. وإنَّما تلونا فلك المريخ بفلك الزهرة لأنَّه قد تبيَّن عندنا بالأدلَّة الحسابيَّة، على ما سنوضحه في فصل الأبعاد والأجرام، أنَّ الأمر في ترتيب الأفلاك كذلك.

وبمثل هذا السبيل نسلك في الحامل لجرم الشمس، وسواءً كان مفرداً، † أو معه فلك تدوير†، أو ثبت أنَّ لها ⌐ اختلافاً آخر - أعني الذي به تخالف أزمان السنين الشمسية بعضها (ں ٧٠ و)

---

١ - تدير: وتدير في جميع النسخ.
٢ - وإمَّا: «أو» في ں. السطح: سطح في م.
٣ - كرة: ذكره في م. خارجاً: خارج في ں.
٤ - بمقدار: مقدار في ں.
٥ - بالحامل: بالحامل لتدوير في ں. بالضرورة: ں تضيف: «لأنَّه يتحرك بحركة الثوابت أوجُه». خارج: خارجاً في ں.
٦ - †...† سقطت في م. «كرة الثوابت وليس»: على هامش ں.
٩ - لحامل زحل: لحامل على هامش بر، كزحل في بر.
١٠ - واحدة: واحد في بر و م.
١١ - حرَّك: وحرَّك في ں. الحامل: الحامل لتدوير في ں.
١٤ - الحامل لزحل: حامل زحل في ں.
١٥ - الحامل لتدوير: حامل تدوير في ں. وفي: سقطت في ں.
١٧ - كذلك: لذلك في م.
١٨، ١٩ - †...†: سقطت في ں.
١٩ - آخر: آخراً في بر، أخرى في م. أعني: مكررة في بر.

بعضاً. ومثل هذا يتوهم في الفلك المدير للحامل في أُكر عطارد.

وأمّا أفلاك القمر فلا يمكن أن ينقص من عددها شيءٌ، لأنَّ فلك الجوزهر حركته مخالفة لحركة المتمّم الأدنى من فلك ⌝عطارد. فلا بُدَّ أن ينفصل عنه. وكذلك يجب أن م ٧٩ ظ ينفصل فلك الجوزهر عن الفلك المائل لأنَّ منطقة الجوزهر في سطح البروج، والفلك المائل، وإن شاركه في المركز لكن منطقته مائلة عن سطح البروج، وحركته مخالفة لحركة الجوزهر في المقدار. فيكون عدد الأكر على هذا الرأي ستة وثلاثين، بعضها حاوية لمركز العالم وبعضها غير حاوية له. أمّا التي تحوي مركز العالم في داخلها فعشرون كرة. وأمّا الصغار، /وهي ١٦٥ و التداوير الحاوية بعضها لبعض وليست بحاوية لمركز العالم فستة عشر.

فأوَّل الكرات الحاوية للكل كرة معدل النهار؛ والثانية كرة الثوابت، وهي التي يبتدىء سمكها من مقعر المعدل وينتهي مقعرها إلى محدّب الحامل لزحل؛ والثالثة الفلك الحامل لزحل؛ والرابعة الحشو المالي فيما بين الحامل لزحل والحامل للمشتري؛ والخامسة الحامل للمشتري؛ والسادسة الكرة المالية فيما بين †الحامل للمشتري والحامل للمريخ؛ والسابعة الفلك الحامل للمريخ؛ والثامنة المالية فيما بين †حامل المريخ وحامل الزهرة† على رأينا†؛ والتاسعة الفلك الحامل من أفلاك الزهرة؛ والعاشرة المالية فيما بين حامل الزهرة وحامل الشمس؛ والحادية عشرة الفلك الحامل للشمس؛ والثانية عشرة المالية ما بين حامل الشمس والفلك المدير من أفلاك عطارد؛ والثالثة عشر المتمم الأعلى من متممي المدير لعطارد؛ والرابعة عشر الفلك الحامل لعطارد؛ والخامسة عشر المتمّم الأدنى من متمّمي المدير لعطارد؛ والسادسة عشر المالية ما بين مقعر متمم المدير لعطارد ومحدب جوزهر القمر؛ والسابعة عشر

---

١ ـ هذا: ذلك في ں.
٢ ـ عددها: عدتها في ں.
٣ ـ وكذلك: ولذلك في م.
٦ ـ عدد الأكر: على هامش م بيد أخرى: «عدد الأكر ٣٦ والسائد ٤٥». وثلاثين: وثلاثين كرة في ں.
٧ ـ حاوية: حاوٍ في ں. فعشرون: فهي عشرون في ں.
٩ ـ معدل النهار: المعدل في ں و م.
١٠ ـ لزحل: لتدوير كوكب زحل في ں. الحامل[٢]: الحامل المذكور في ں و م.
١١ ـ والحامل: والحامل من أفلاك في ں، والحامل من للمشتري في م. والخامسة: الخامسة في ں.
١٢، ١٣ ـ †...† سقطت في م.
١٣ ـ †...†: سقطت في ں.
١٤، ١٥ ـ وحامل الشمس: والحامل للشمس في ں.
١٥ ـ عشرة[٢]: عشر في جميع النسخ.
١٧ ـ الحامل لعطارد: «الحامل للتداوير في عطارد» في ں.
١٨ ـ ما: فيما في ں. السابعة عشر: ں تكرر: «المالية ما بين مقعر متمم المدير لعطارد ومحدب»، وقد أشير إلى ذلك على الهامش بعبارة: «ما بين العلامتين مكرر».

آفلك الجوزهر للقمر؛ والثامنة عشر المتمم الأعلى من متمّمي الفلك المائل للقمر؛ والتاسعة ں ٧٠ ظ
عشر الفلك الحامل لتدوير القمر؛ والعشرون المتمّم الأدنى من متممي الفلك المائل للقمر الحاوي لكرة النار.

وأمّا الأُكر الغير الحاوية لمركز العالم فستة عشر كرة. فمن ذلك لكل واحد من الكواكب الأربعة العلوية على ما سبق بيانه ثلاثة أفلاك تداوير بعضها حاو لبعض، مركز الفلكين الداخلين منها نقطة واحدة خارجة عن مركز الحاوي لهما. ولكوكب ⌐عطارد خاصة م ٨٠ و
فلكا تدوير على مركز واحد. †ولكل واحد† من النيّرين فلك تدوير واحد على ما سبق في هيئة القمر. وقلنا إنّه جائز في أمر الشمس من جهة البطء في الحركة في مدّة من السنين كما وجد ذلك بطلميوس في المدة التي وجدها بين أرصاده والأرصاد التي كانت قبله، والسرعة في مدة أخرى كما وجدها أصحاب رصد المأمون في المدة التي فيما بين أرصادهم وأرصاد من قبلهم.

وكذلك وجد المتأخرون أيضاً غاية الميل لفلك البروج أقلّ ممّا وجده بطلميوس. فإن وُجد فيما يأتي من السنين المستأنفة وقد أخذت أمّا حركة الشمس فإلى النقص وأمّا الميل فإلى الزيادة، عُلم من ذلك صحة هذا الحدس. فيلزم من ذلك أن يكون سطح التدوير الذي يرسمه مركز الشمس مائلاً عن سطح البروج، وقدر ميله عنه في جهتي الشمال والجنوب هو نصف ما يوجد من التفاوت بين غاية تزيُّد ميلها وغاية نقصه في واحد واحد من المنقلبين.

مثاله: إن صحّ ان غاية الميل للبروج كان في زمان مّا أربعة وعشرين درجة تامّة فبلغ
في زمان آخر ثلاث وعشرين درجة ونصفاً /مثلاً، ثم أخذ في الزيادة في زمن آخر فبلغ ١٦٥ ظ
الدرجة الرابعة والعشرين يكون ميل هذا التدوير عن سطح البروج نصف درجة. وهذا

---

٤ ـ الحاوية: حاوية في ں. عشر: عشرة في ں.
٥ ـ الأربعة العلوية: العلوية الأربعة في ں. ثلاثة: سقطت في ں و م.
٦ ـ منها: منهما في ں و م. خارجة: خارجاً في ں و م.
٧ ـ فلكا: فلكي في ں و م. †...†: على هامش ں.
٨ ـ البطء: السرعة في ں و م.
١٣ ـ الميل: غاية الميل في ں.
١٥ ـ وقدر: وقد في ں و م.
١٦ ـ واحد: سقطت في ں و م.
١٧ ـ وعشرين: وعشرون في جميع النسخ. فبلغ: وبلغ في ں.
١٨ ـ زمان: زمن في م. ثلاث: ثلثة في ں و م. ونصفاً: ونصف في جميع النسخ.
١٩ ـ يكون: ويكون في ں و م. ميل: مثل في ں. درجة: درجة مثلاً في ں و م.

١٦٥ ظ

الرأي إنّما يقوى ويتأكّد صحّته أو بطلانه بما يظهر فيها يستأنف من الزمان. فهذه آ جملة القول ى ٧١ و في الأكر وعددها على الآراء المذكورة.

وأمّا المناشير ـ وهي التي ذهب إليها بطلميوس في كتاب الاقتصاص ـ فإنّ عدّتها مع الأكر التي لا بُدَّ منها المحيطة بالمناشير على قوله تسعة وعشرون: منها ثلاث أكر، وستة وعشرون منشوراً. وهذه المنشورات مجسّمات مستديرة كالحلق، وليس لها أقطاب ولا محاور. فعلى أي شيء يكون اعتمادها في حركاتها.

وبالجملة فلا قائل بها لأنّها خارجة عن الأمر الأشبه والأولى. بما يعتقد في الأجرام السماويّة. فلذلك لم نَرَ أنْ نطيل الكتاب بذكر هيئتها وكيفيّة صورها وأوضاعها.

فصل [في مراتب أكر الكواكب].

وأمّا الطريق التي منها عرف مراتب أُكر الكواكب على الوجه المذكور، فإنَّ معرفة ذلك م ٨٠ ظ تحصل من وجهين: أحدهما ـ وهو الأول ـ كسف الأدنى من الكواكب لما †فوقه؛ وأمّا الطريق الثاني† فمن قِبَل معرفة أبعادها من مركز الأرض.

وأمّا طريق الكسف، وهي آكد وأسهل استعمالاً، فإنَّ هذا الطريق إنّما يستمر في حال القمر مع سائر الكواكب ومع الشمس أيضاً، وفي عطارد مع سائر الكواكب خلا الشمس، وكذلك في كوكب الزهرة †والكواكب العلوية†. فأمّا كسفها أو غيرها للشمس خلا القمر فلم يذكره أحد من الأوائل إلى زمن بطلميوس.

فأمّا بطلميوس فقال إنَّ جرم كل واحد من هذين الكوكبين لا يستر من جرم الشمس

---

١ ـ ويتأكّد: ويتأكر في م. فهذه: فهذا في م.
٢ ـ الأكر: الكر في م.
٤ ـ ثلاث: ثلثة في بر وم.
٦ ـ اعتمادها: اعتمادنا في بر وم.
٨ ـ السماويّة: السمائية في ى.
٩ ـ فصل: الفصل السابع والأربعون في ى.
١٠ ـ ذلك: الكواكب في ى.
١١ ـ من وجهين: بطريقين في ى. أحدهما: احديهما في ى. وهو الأول: وهي الأولى في ى. من٢: سقطت في بر. وأمّا: فأمّا في ى
١١، ١٢ ـ †...† ى: «فوقه منها والثاني».
١٣ ـ آكد: الد في م، أكّد في ى.
١٥ ـ †...†: سقطت في ى. كسفها: كسفهما في ى. غيرها: غيرهما في ى.
١٦ ـ بطلميوس: ى تضيف: «على ما حكى بطلميوس».
١٧ ـ فأمّا: وأمّا في ى.

شيئاً له قدر يعتدّ به فيدركه الحسّ، وذلك لصغر جرميها وقوة نـور الشمس. فإنّ القمـر إذا ستر من جرمهـا ما مقـداره مثل قـطر أعظم كـوكب منها فـإنّ ذلك القـدر المستتر لا يـدركه الحس. فـلا سبيل إلى معـرفة تـرتيب أكـر الكـواكب عنـد كـرة الشمس من طـريق الكسف والانكسـاف ما خـلا القمر. وأيضـاً فـإنّ الـوضـع الـذي يمكن أن يكسف فيـه بعض هـذه الكـواكب للشمس إنّما يكـون عند مـرور أحدهـا في سطح الـبروج امّا آخـذاً من الشمال إلى الجنـوب وأمّا من الجنـوب ⌉ إلى الشمال في وقت مقـارنته للشمس. وهـذان الكـوكبـان ـ أعني ںـ ٧١ ظ الـزهرة وعـطارد ـ إنّما يقـارنان الشمس حـين يكونـان إمّا في ذروة التـدوير أو في حضيضـه. واتفاق هذا المجموع قليل الوقوع. فلذلك عسر معرفة أوضاع هـذين الكوكبـين من الشمس من هذا الوجه.

فبقي أن نعرف أوضاعها من جهة الأبعاد. فأمّا بُعد كل واحد من الشمس والقمر فقد بيّنه بطلميوس في كتاب المجسطي بالأدلّـة القطعيّـة. وقد بيّنّـا نحن بالحسـاب الذي أخـذت مقـاديره من الأصـول التي اثبتها / في كتـاب المجسطي، وهي مقـادير أبعـاد مراكـز الحوامـل ١٦٦ و وانصاف أقطار التداوير بما به نصف قطر الحامل في واحد واحد منها ستين جزءاً.

وقد تبيّن أيضـاً أنّ أبعد أبعـاد القمر بمـا به نصف قـطر الأرض واحداً نحـو من أربعة وستين ونصف على أصوله، وانّ أقرب قرب الشمس نحو ألف ومائة †وستين وربـع سدس، ⌉وفي أبعد أبعادها نحو من ألف ومائتين وستين غير ربـع وسدس. وكـل ذلك† بمـا به نصف م ٨١ و قطر الأرض واحداً.

وعلى هذه الأصول متى فرضنا كوكب عطارد تحت كوكب الزهرة تبـيّن أنّ البعد الـذي

---

١ ـ شيئاً: شياء في بر، شيا في م، شئًا في ں. جرميها: اجرامها في ں.
٤ ـ يكسف: ينكسف في ں.
٥ ـ إمّا: سقطت في ں.
٦ ـ في وقت مقارنته: حين يقارن في ں.
٧ ـ إنّما: دائماً في ں. يقارنان: يقارنا في ں.
٨ ـ عسر: عرب (كذا) في ں.
١٠ ـ أوضاعها: أوضاعهما في ں.
١٣ ـ واحد: سقطت في ں. جزءاً: جزا في بر و م، جزوا في ں.
١٤، ١٧ ـ واحـداً: واحد في جميـع النسخ والأفضـل قراءتهـا مع تقـدير كـان
١٥، ١٦ ـ † . . . †: ں: «وأربعة وخمسين ونصف، وأبعـد بعدهـا نحو من ألف ومـائتي (كذا) وخمسة وستين ونصف وكذلك. . .».
١٦ ـ أبعادها: بعدها في م. مائتين: مائتي في جميع النسخ.
١٧ ـ الأرض: سقطت في م.

١٦٦ و

فيما بين أبعد أبعاد عطارد وأقرب قرب الشمس ـ لا بل أعظم بعدها ـ لا يتسع لثخانة الفلك الكلي للزهرة. فلا يكون كوكب الزهرة تحت فلك الشمس فضلاً عمّا عداه، وأمكن ذلك في عطارد فقط.

فصل: في إصلاح هيئة عطارد.

ولما كنّا قد تقدمنا فأصلحنا ما في القمر والكواكب الأربعة من الخلل، وبيّنّا الحركات وجهاتها التي تنتظم منها الهيئة الموافقة† ممّا نظن أنه† الحق، فقد بقي أن نبيّن ما يصح وتستقيم به هيئة أفلاك عطارد وحركاتها وجهات الحركات.

فنقول: إنّ رأي بطلميوس في أفلاك عطارد أنّ المتمّم الأعلى من متمّمي الممثّل ينقل أوج الفلك المدير، وهو الذي في الميزان، إلى التوالي مثل حركة الثوابت، وحركة هذا المتمّم على محور البروج ومنطقته في سطحها ويسمّى بالممثّل. †وأنا اسمّي أوج عطارد هذا بالأوج البطيء، إذ له أوج آخر حركته أسرع من حركة هذا الأوج. فإذا تحرك هذا الأوج حرك معه† جميع أفلاك عطارد الباقية فتنتقل بهذه الحركة، وكذلك نقطتا التقاطع بين الفلك المائل ب ٧٢ و لعطارد وسطح البروج.

وإنّ مركز الفلك الذي يحويه مقعر هذا الممثّل، وهو المسمى بالمدير، خارج عن مركز العالم. وسمّي بالفلك المدير لأنّه يدير مركز الحامل وأوجه، وهو الأوج الثاني لعطارد، وهو المسمّى بأوج الحامل، †وهو السريع الحركة. ومنطقة† هذه الكرة مائلة عن سطح البروج

---

١ ـ يتسع لثخانة: يسع ثخانة في ب.
٢ ـ للزهرة: الذي للزهرة في ب. فضلاً: غير منقوطة في جميع النسخ.
٤ ـ فصل: الفصل الثامن والأربعون في ب.
٥ ـ الكواكب الأربعة: الأربعة الكواكب في ب.
٦ ـ †...†: «لما نظنه الحق» في ب.
٧ ـ أفلاك: مصححة على هامش بر.
٩ ـ الثوابت: الكواكب الثوابت في ب.
١٠ ـ سطحها: سطحه في جميع النسخ.
١٠، ١٢ ـ †...†: سقطت في ب وعوّض عنها بـ «أنّ».
١١ ـ حرّك: حركة في م.
١٢ ـ فتنتقل: تنتقل في ب. نقطتا: نقطتي في ب.
١٣ ـ وسطح البروج: «وبين الممثل» في ب.
١٤ ـ وهو: سقطت في ب.
١٥ ـ الأوج: أوج في بر.
١٦ ـ †...†: ب: «وسطح الحامل أعني منطقة».

مقاطعة له عند مركز العالم. ومبلغ غاية ميلها امّا في كتاب المجسطي فنصف وربع جزء، وامّا في كتاب الاقتصاص فسدس جزء.

وكلامه في هذا الميل مضطرب. فإنّه يقول امّا في كتاب المجسطي إنّ هذا الميل، وكذلك ميل الحامل في كوكب الزهرة، غير ثابت، بل ينطبق هذا السطح - أعني ⌐سطح م ٨١ ظ
الفلك الحامل الذي يرسمه مركز التدوير الذي هو أصل هذا الميل - †على سطح البروج في السنة الواحدة مرتين، فينقلب النصف من الفلك المائل† الذي كان في جهة الشمال إلى جهة الجنوب، والنصف الآخر بالضد من ذلك. وكذلك الأدوار الأخر. ولكنّه رجع عن هذا الرأي في كتاب الاقتصاص.

فقال لمّا ذكر هيئة كل واحد من هذين الكوكبين: نتوهم فلكاً مركزه /مركز البروج ١٦٦ ظ
يتحرك في سطحه حول مركزه حركة مستوية من ناحية المغرب إلى ناحية المشرق بمثل حركة الثوابت. وليحرك هذا الفلك بحركته فلكاً آخر مائلاً عنه وعلى مركزه. وليكن غير زائل عنه، وليحوي ميل سطحه زاوية هي سدس جزءٍ بالمقدار الذي تكون به القائمة تسعين جزءاً.

وقال عند ذكر عروض الكواكب الخمسة المتحيّرة إنّ عروضها ثلاثة أنواع: اثنان منها شبههما بما يعرض في عرض القمر، والثالث من قبل الأفلاك التي تدور حول الأرض مائلة عن أفلاك التداوير. وإنّ هذه الأفلاك شبيهة بغيرها من أفلاك الميل. وإنّما الفرق بينهما أنّ هذه لا تحيط بالأرض. ولهذا السبب صارت الأفلاك المائلة يُظنُّ بها أنّها تتحرك وتنتقل إلى جهتين متضادتين إلى آخره.

فيتبيّن من هذا انّه رجع عمّا ظنّه في المجسطي من انتقال ميلي هذين الكوكبين ونقلة سطحيهما المائلين في الجهتين.

---

١ - غاية: سقطت في ں.
٤ - الحامل: المائل في ں.
٥، ٦ - †...†: سقطت في ں.
٦ - فينقلب: وينقلب في م.
٧ - الأخر: الآخر في بر، والأصح استخدام أُخر كما في «أيّام أُخَر» - بقرة ١٨٤ - وكما وردت في م. ولكنّه: لكنّه في م.
١٢ - تسعين: ص في ں.
١٣ - جزءاً: وردت هذه الفقرة بشكل حرفي تقريباً في كتاب الاقتصاص، من ٢٠ سطر ١٥ - ١٩.
١٥ - شبههما: شبهها في بر و م. عرض القمر: العرض للقمر في ں. التي: الذي في ں.
١٦ - شبيهة: شبيه في م. بينهما: بينها في ں.
١٩ - انّه - على هامش ں. ونقلة: نقلت في جميع النسخ.

١٦٦ ظ

ولنعد إلى ما كنّا ⌉ فيه. فقال إنّ حركة هذه الكرة ـ أعني الفلك المدير ـ على خلاف ي ٧٢ ظ †التوالي بقدر زيادة حركة الشمس على حركة الكواكب الثابتة ـ أعني حركة الأوج البطيء الحركة† ـ فينتقل الفلك الحامل وفلك التدوير بهذه الحركة بالضرورة. وإنّ حركة الفلك الحامل إلى توالي البروج ضعف وسط الشمس. وقد شرط ههنا شرطاً، وهو أنّ حركة المدير تنقص عن وسط الشمس مثل حركة الأوج البطيء. †وإذا ثبت أنّ لأوج الشمس حركة مثل حركة أوج المدير، فلا يُحتاج إلى أنْ ⌉نستثني حركة الأوج من حركة المدير، لأنّه مع عدمه م ٨٢ و يفضل لمركز التدوير إلى توالي البروج مثل وسط الشمس. ويتحرك مركز التدوير إلى توالي البروج مثل وسط الشمس. وذلك أنّ المدير إذا تحرك إلى خلاف التوالي مثل وسط الشمس، ويتحرك مركز التدوير بالحامل إلى التوالي ضعف وسط الشمس، وتُسقط حركتا الأوجين المتساويين، فيكون الأوج البطيء متوسطاً بين الأوج السريع ومركز التدوير.

وأمّا على رأي بطلميوس في أنّ أوج الشمس ثابت فلا يتم له ذلك إلاّ مع الشرط المذكور، لأن مركز التدوير إذا عاد إلى مقارنة الأوج البطيء يكون قد قطع في الطول أكثر من دورة تامة بقدر ما تحرك الأوج البطيء. وتكون الشمس قد قطعت في الطول دورة واحدة فقط. فكان مركز تدوير عطارد سيبعد عن الشمس بعداً كثيراً وهو محال.

ويلزم من كل هذين الرأيين أنْ يكون بُعد مركز التدوير من الأوج البطيء إلى توالي البروج مثل بُعد الأوج السريع منه إلى خلاف التوالي بعد الرد†. فإذا اجتمع مركز التدوير وأوج الحامل مع أوج المدير الذي في برج الميزان، وتحرك المدير إلى خلاف التوالي، لزم عن ذلك أن يبقى أوج المدير متوسطاً بين أوج الحامل ومركز التدوير، لأن حركة أوج المدير

١ ـ ولنعد: والبعد في م، ولنرجع في ي. فقال: فيقول في ي. المدير: المدير عنده في ي.
٢، ٣ ـ †. . . †: ي: «توالي البروج مثل وسط الشمس».
٢ ـ التوالي: «توالي البروج» في م.
٣ ـ فينتقل: فينقل في م. وإنّ: «وعنده إنّ» في ي.
٤ ـ ههنا: هنا في ي.
٥ ـ وسط الشمس: «ما قلنا» في ي. الأوج البطيء: الكواكب الثابتة في ي. † هنا يبدأ اختلاف النص في ي. لأوج: الأوج في م.
٧ ـ لمركز: لمركب في م.
٩ ـ وتسقط حركتا: ونسقط حركتها في م.
١٣ ـ تحرك: بحركة في م.
١٥ ـ توالي: التوالي في م.
١٦ ـ †: هنا ينتهي النص المختلف في ي وعبارته: «وليس بنا حاجة إلى ذكر هذا الشرط كما احتاج هو إليه بعد أن تبيّن أنّ أوج الشمس متحرك وحركته بقدر ما استثنيناه من تلك الحركة، فيفضل لمركز التدوير إلى توالي البروج مثل وسط الشمس فيلزم من هذا الرأي أن تكون الحركتان في الجهتين بعد الرد متساويتين».
١٧ ـ التوالي: ي تضيف: «والحامل إلى التوالي».
١٨ ـ أنْ: «إلى أنْ» في ي.

/لازمة لهاتين الحركتين، وقد فُرض الابتداء منه. فيكون متوسطاً لتساوي الحركتين† بالنسبة ١٦٧ و إلى أوج المدير†.

وقال إنَّ مركز تدوير عطارد متى كان في أوج المدير يكون مقارناً لمركز الشمس. وذلك لتساوي عايتي بعديه †عن وسط الشمس† في هذا البرج خاصة - أعني البعدين الصباحي والمسائي حين يكون مركز تدويره في هذا الأوج، ويكون هذان البعدان أقل ما يوجد له من الأبعاد عن الشمس. فيكون مركز التدوير أبعد ما يكون من مركز العالم حين ما يكون في أوج المدير الذي هو في الميزان، لأنَّ الزاوية التي يوترها وهو في هذا الموضع أصغر من جميع الزوايا التي يوترها حين يكون في غير هذا الموضع.

واستدلَّ على أنَّ ⌐ أوج الحامل متحرك إذ وجد البعدين الصباحي والمسائي اللذين م ٨٢ ظ لعطارد حين يكون مركز التدوير على مقابلة أوج المدير، وذلك في برج الحمل، أقلَّ منهما حين يكون مركز التدوير في برجي الدلو† والجوزاء. ووجد مجموع البعد الصباحي والمسائي أ اللذين في الدلو† مساوياً لمجموع البعد الصباحيّ والمسائيّ اللذين في الجوزاءأ. ووجدهما أعظم الأبعاد التي ترى آ لهذا الكوكب في سائر أجزاء البروج †عن الشمس†. فيكون مركز ں ٧٣ و التدوير حين يكون في برج الحمل أبعد منه †عن مركز العالم† حين يكون في برجي الدلو والجوزاء، لأنَّ نصفي قطره أوترا، وهو في الحمل، زاويتين هما أصغر من مجموع الزاويتين اللتين يوترانها في برجي الدلو والجوزاء. فلا يكون قربه الأقرب في برج الحمل. وليس فيه أيضاً بعده الأبعد. لأنَّ بعديه الصباحي والمسائي في الحمل أعظم من البعدين اللذين له في برج الميزان. فأوج الحامل متحرك وإلّا لما التقى المركز والحضيض دفعتين في دورة واحدة.

والأمر الذي لزم عن هذه الأرصاد المذكورة - أعني التي منها علمت هذه الأحوال - إنَّما هو حركة أوج الحامل وحضيضه فقط. وامَّا جهتا الحركتين فلم تكن لازمة عنها بل معطاتين من عند بطلميوس.

١، ٢ - †...†: سقطت في ں.

٤ - †...†: سقطت في ں. خاصة: سقطت في ں. البعدين: البرجين في م.

٥ - الأوج: «الأوج خاصة» في ں.

٦ - الأبعاد: أبعاد في م. عن الشمس: «متى كان مركز التدوير في غير هذا المكان» في ں. ما: سقطت في ں.

١١ - مجموع: سقطت في ں، والمسائي: «والبعد المسائي» في ں.

١١، ١٢ - †...†: : سقطت في م.

١٢ - أ...أ: ں: «في هذين البرجين متساويين».

١٣ - †...†: سقطت في ں.

١٤ - †...†: سقطت في ں.

١٦ - برجي: برج في ں.

٢٠ - فقط: سقطت في ں. جهتا: جهتي في جميع النسخ. معطاتين: معطى في جميع النسخ والأفضل قراءة معطاتين.

فلو كانت هذه الحركات على الوجه الذي ذهب إليه، ولم يكن يلزم عنها مناقضة الأصول، إذاً كان حصل غرضه بذلك. لكنه لمّا رصد هذا الكوكب في حركاته الجزئيّة وبرهن على أوضاعه المحصلة من حركاته الدورية المستقرة عنده لم يجد مركز التدوير† يقطع في الأزمان المتساوية زوايا متساوية عند مركز الحامل. ووجد قطر التدوير†، † الذي من طرفه الأعلى يكون مبدأ حركة التدوير المستوية†، لا يكون على صوب مركز الحامل، ولكنّه وجد استواء حركة مركز التدوير وتصوّب هذا القطر دائماً إلى نقطة نسميها مركز معدل المسير بعدها عن مركز المدير فيما بين† مركز العالم ومركز المدير† كبعد مركز الحامل عن مركز المدير. فإذا دار مركز الحامل بحركة المدير إلى أن يبلغ الخط الواصل بين مركز العالم / ومركز المدير، ١٦٧ ظ وذلك حين يصير مركز التدوير على الجزء المقاطر لأوج المدير من برج الحمل، فحينئذ ينطبق ⌐ مركز الحامل على مركز المعدل للمسير. م ٨٣ و

ويلزم عن هذا أنّ حركة الحامل على مركزه غير مستوية، وأنّ قطر التدوير الذي يحد الذروة الوسطى يحدث له التواء، كما قال أيضاً فيما تقدم في فلك تدوير القمر.

آ وهذا المجموع لزم عن عدة أمور: منها الرصد والبرهان المبنيُّ على الرصد، والحركات ى ٧٣ ظ الدورية، والهيئة التي حدسها، وجهات الحركات. فأما الرصد والبرهان والحركات الدوريّة فلا يُقدح في شيء منها، إذ لم يتبيّن أمر يخالفها.

فأمّا طريق الحدس فلم يكن هو أولى به من غيره بعد أن تبيّن خطأه. فإن وجد غيره

---

١ - ولم: لم في ب و م.
٢ - إذاً كان: «لكان قد» في ى، «إذ كان» في ب و م.
٣ - لم: فلم في ى. التدوير: تدويره في ى.
٣، ٤ - †...†: سقطت في م.
٤، ٥ - †...† : ى: «أيضاً».
٤ - من: «في» في م.
٥ - ولكنّه: ولكن في ى.
٦ - هذا القطر: قطره في ى. نسميها: ى تضيف: «نقطة المحاذاة». معدل: المعدل في ى. المسير: للمسير في ى.
٧ - بعدها عن: «بعدها من» في ى، «بعده» في ب. †...†: مركزي العالم والمدير في ى. عن[٢]: من في ى.
٨ - المدير[١]: المدير له في ى.
١٠ - للمسير: المسير في جميع النسخ.
١١ - عن: من في ى.
١٢ - قال: قاله في ى.
١٣ - لزم: لزم عنه في ى. والبرهان: والبرهان الخطي في ى.
١٥ - يتبيّن: يتبيّن لنا في ى.
١٦ - فأمّا: وأمّا في ى. بعد أن: «بعد» في م. خطأه: سقطت الهمزة في جميع النسخ، وقد تكتب خطؤه، «خطاه فيه» في ى.

أمراً يوافق الأصول ويطابق ما وُجد بالأرصاد في الحركات الجزئيَّة للكوكب كان أَوْلى بـإصابـة الحق.

ولمَّا تبيَّن لنا فساد هذا الرأي، وطلبنا إصلاحه كما فعلنا ذلك في باقي الكواكب، فرأينا أنَّه يتمّ لنا إنْ قلبنا جهتي الحركتين المذكـورتين ـ أعني حـركة المـدير وحـركة الفلك الحـامل. فتوهمنا حركة المدير إلى توالي البروج ثـلاثة أمثـال وسط الشمس، وحركـة الحامـل إلى خلاف التـوالي ضعف وسط الشمس، فإنَّ الحـاصل لمـركـز التـدويـر إلى التـوالي يكـون مثـل وسط الشمس. وعنده أيضاً كذلك.

وعلى هذا الوجه يتبـيَّن أيضاً أنَّ مـركز التـدوير يلقى كـل واحد من الحضيض والأَوج اللذين لفلكه الحامل له في الدورة الواحدة مرتين.

وذلك أنَّ مركز التدوير متى كان في أَوْج المدير ـ أعني الذي في برج الميزان ـ فإنَّه يكون قد اقترن معه أَوج الفلك الحامل وجرم الشمس على ما بيَّنه بطلميوس.

فإذا تحرك كل واحد من هذه بما يلزمـه من الحركـة الخاصـة ومن تحريـك محرِّك ينقله، وفرض أنَّ مركز الشمس قد بَعُد من أَوج المدير ربع دائرة، ففي هذا الزمان بعينه يكون أَوج الحامل قد بَعُد عن أَوج المدير نصفاً وربع دائرة. ويتحرك مركز التـدوير بـالحـامـل إلى خلاف التوالي من هذا الأَوج نصف دائرة يكون بدؤها من أَوج الحامل ـ أعني من السرطـان ـ وذلك لأن أَوج الحامل ينقل مركز التدوير معه بالضرورة. فيكون مركز التدوير معـه في هذا ⌉ الحـال ں ٧٤ و قد اجتمع مع حضيض الحامل في برج الجـدي، لأنَّه قـد بعُد عن أَوجـه الذي في السرطـان نصف دائـرة. وكذلـك يكون عـلى الوضـع الذي اعتمـده بطلميـوس في مثل ⌉ هـذا الزمـان م ٨٣ ظ المفروض.

وإذا بعُد مركز الشمس عن أَوج المدير نصف دائرة فبلغ برج الحمل، يكون المديـر قد

---

١ ـ ما وُجد: «ما وجدنا» في م.
٥ ـ الحامل: الفلك الحامل في ں و م.
٨ ـ أيضاً: على هامش بر. الحضيض والأَوج: الأَوج والحضيض في ں.
١٠ ـ الميزان: ں تضيف: «المتحرك بالممثل الحركة المساوية لحركة الثوابت».
١٢ ـ ومن: «أو من» في ں.
١٣ ـ ربع: سقطت في بر و م.
١٤ ـ نصفاً: نصف في جميع النسخ.
١٥ ـ بدؤها: بدءها في بر و م، بدها في م. الحامل: حامله في م و ں.
١٦ ـ معه: سقطت في ں و م. هذا: هذه في ں.
١٧ ـ وكذلك: ولذلك في ں. اعتمده: اعتقده في ں.

تحرك فنقل أَوج الحامل إلى التوالي دائرةً ونصفاً. ويكون مـركز التـدوير قـد كمل دورتـه في فلك الحامل له. ومبدأ الجميع بالفرض من أَوج المدير. فيجتمع مـركز التـدوير وأَوج حـامله ومركز الشمس في برج الحمل. وكذلك يجري الأمر على مذهبه.

/ وإذا بَعُد مركز الشمس من أَوج المدير نصفاً وربع دائرة فبلغ مركزها برج السرطان، ١٦٨ و يكون المدير قد حرّك أَوج الحامل دورتين وربعاً، مبدؤها أَوج المديـر. فيكون أَوج الحـامل في برج الجدي، ويكون مركز التدوير قد بَعُـد من أَوج حامله بحـركة الحـامل نصف دائـرة بعد الدورة المذكورة، فبلغ برج السرطان، وقد صار في الحضيض في فلكه الحامل خـاصة. وهـو موافق لمذهبهم أيضاً.

وإذا عاد مركز الشمس إلى برج الميزان وقارن أوج المدير، يكون الفلك المدير قد تحرك ثلاث دورات، فعاد بأَوج الحامل إلى أَوج المدير، ويكون مركز التدوير قد تحرّك بالحامـل من أَوج الحامل دورتين، فعاد مركز التـدوير إلى أَوج الحـامل واقـترن الجميع في بـرج الميزان كـما كانوا في بدء الفرض. ويعود الأمر من الرأس.

فقد اتفقنا في هذه الأحوال الأربعـة المذكـورة، وهي التي رصدت خـاصة، ولـزم عنها حركة أَوج الحامل: ولزم من هذا أنَّ بعُد مركـز التدويـر من مركـز العالم في واحـد واحد من هـذه الأَوضـاع الأربعـة شيءٌ واحـدٌ لا يختلف بسببـه شيءٌ من أحـوال الكـوكب. هـذا مـع اختلافنا في جهتي الحركتين وكمّيّة مقدارهما.

وبقي أن نبيّن أنَّ الأمور الجزئيّة التي تعرض للكواكب فيـما بين هـذه الأوضاع تكـون مـوافقة لمـا حصل لـه بالـرصد. وهـو أنَّ حركـة مركـز التدويـر تـرى مستـويـة عنـد مـركـز

١ - فنقل: ونقل في ں. ونصفاً: ونصف في جميع النسخ.
٢ - فلك: فلكه في ں.
٣ - وكذلك: لذلك في م. الأمر: الحال في ں.
٤ - نصفاً: نصف في ں.
٥ - أوج الحامل: الأوج في ں، وربعاً: وربع في جميع النسخ، مبدؤها: مبداها في ٮں و م. مبتداءها في ں.
٦ - بحركة: بحرك في م. الحامل: «الحامل له» في ں.
٨ - لمذهبهم: لمذهبه في م و ں.
٩ - وإذا عاد: على هامش ں.
١٢ - كانوا: كانو في ں. بدء: بدو في جميع النسخ.
١٥ - الكوكب: الكواكب في ٮں و م والأفضل قراءة «كوكب» كما في ں.
١٦ - وكمّيّة: وفي كمية في ں.
١٧ - الجزئية: الجزئي في م.
١٨ - موافقة: موافق في م. حصل: يحصل في ٮں و م.

معدّل المسير، وأنّ قطر التدوير يحاذيه أيضاً.

ولمّا كان آ مركز التدوير إنّما يلقى حضيض الحامل في برجي الجدي والسرطان، فهذا الحضيض إنّما هو أقرب القرب من مركز المدير لا من مركز العالم، لأنّه في هذا الموضع يكون قد قرب من بعده المتوسط الذي من جهة الفلك المدير †بالنسبة إلى مركز العالم†. وإذا وصل إلى برج الحمل ⌉وقارن حضيض المدير الذي هو قربه الأقرب بالنسبة إلى مركز العالم، لكنّه يكون قد لقي أوج فلكه الحامل، فهو في هذه الحالة في أبعد أبعاده بالنسبة إلى مركز المدير، لأنّ مركز الحامل حينئذٍ يكون متوسطاً فيما بين مركز المدير ومركز العالم فيما بينهما. فلا يكون مركز التدوير في أقرب قربه من مركز العالم، لأنّه في هذه الحالة قد بعُد عن حضيض المدير الذي هو أقرب القرب من مركز العالم †الذي مقعّر ممثّله، لكنّه بين مركز التدوير وبين حضيض المدير في هذا الحال† بقدر نصف بعد مركز المدير من مركز العالم، الذي هو بعد مركز الحامل ـ أعني مركز معدّل المسير. †وذلك أن مركز الحامل† ينطبق عليه في هذه الحالة خاصة. ‹ں ٧٤ ظ› ‹م ٨٤ و›

وإذا علم ذلك فقد تبيّن واتّضح أنّ مركز التدوير إذا فارق حضيض الحامل، وكان مسيره نحو حضيض المدير، حصل له قبل بلوغ حضيض المدير فيما بين الحضيضين المذكورين قربٌ مركب من الحضيضين يكون عنده في أقرب القرب من مركز العالم. وذلك يوجد / له في برج الدلو. فإنّه يكون فيه أقرب إلى مركز العالم حين يكون في أبعد القربين الأقربين. وكذلك يحصل له في الجوزاء إذا فارق القرب الأقرب من المدير، وهو الذي في برج الحمل، وقبل أن يلقى القرب الأقرب من الحامل. ‹١٦٨ ظ›

---

١ ـ معدل المسير: المعدل للمسير في ں.
٢ ـ فهذا: وهذا في جميع النسخ، والأفضل قراءة فهذا تسهيلاً للمعنى المقصود.
٣ ـ لامن: لأنّ في م.
٤ ـ †. . . †: سقطت في ں.
٥ ـ وقارن: «وصار في» في ں. «هو قربه الأقرب»: «قرب الأقرب» في بر، «هو قرب أقرب» في ں. العالم: ں تضيف: «من جهة المدير».
٦ ـ أبعد أبعاده: بعد أبعد في ں.
٩ ـ الذي٢: كذا في بر و م اقرأ «الذي هو».
٩، ١٠ ـ †. . . †: : سقطت في ں.
١١ ـ †. . . †: : ں: «الذي». ينطبق: «ما ينطبق» في بر و م. الحالة: الحال في م.
١٣ ـ فارق: قارن في ں.
١٤ ـ الحضيضين: الحضيض في ں.
١٥ ـ القرب: قرب في ں. مركز العالم: «كونه في أحدهما» في ں.
١٦ ـ العالم: ں تضيف: «من قربه». أبعد: أحد في ں.
١٧ ـ وكذلك: لذلك في بر و م. في الجوزاء: سقطت في ں.
١٨ ـ الحامل: ں تضيف: «وذلك في برج الجوزاء».

١٦٨ ظ

ولمّا تبيّن لبطلميوس بالأرصاد أنّ مركز تدوير كوكب عطارد يكون في هذين البرجين في أقرب قربه وفي برج الميزان في أبعد أبعاده، ولم يكن برج الدلو مقاطراً لبرج الجوزاء، علم من ذلك أنّ أوج عطارد متحرك، وأنّ حركته تتمّ في سنة واحدة شمسية، وذلك حين يعود إلى برج الميزان. †فكان تبيّن له† أنّ الأوج الذي في الميزان منتقل مثل نقلة الكواكب الثابتة.

وإذا ثبت ذلك فواجب أنّه متى انتقل أوج المدير ¬ من برج الميزان إلى العقرب مثلاً ن ٧٥ و
انتقل كل شيء مما ذكرناه في برج من البروج إلى البرج الذي يليه.

وأمّا استواء الحركة المرئية لمركز التدوير عند مركز المعدّل للمسير فقد يظهر لك ذلك متى أجرينا الأمر فيها على ما سبق في أمر القمر. وذلك أنّا متى أقمنا ⌐مركز المدير هنا مقام م ٨٤ ظ
مركز العالم هناك ونقطة المحاذاة هناك مقام مركز معدل المسير هنا، وسلكنا فيه ذلك السلوك، تبيّن لنا عن قرب أنّ مركز التدوير إنّما يقطع في الأزمان المتساوية قسيّاً متساوية بالنسبة إلى مركز حامله. لكن الخط الذي يصل بين مركز التدوير ومركز حامله يمرّ بمركز المعدل للمسير بالتقريب، ويكاد أنّه لا يفارقه. فلأجل ذلك ظُنّ به أنّه يتحرّك عليه حركة مستوية. وهذا أمر إنّما يتأتّى على طريقنا خاصة. وأمّا على طريق بطلميوس فلا، لأنّ مركز الحامل يختلف موقعه على المذهبين من حين يفارق مركز التدوير أوج المدير إلى أن †يعود إليه.

فأمّا على مذهبنا فمن حين يفارق مركز التدوير أوج المدير إلى حين† يبعد عنه سدس الدور، فيكون مركز الفلك الحامل مع مركز التدوير في سطح ربع دائرة من معدّل المسير - أعني الربع الذي يبتدىء من الخط المارّ بالأوج - آخذاً نحو التوالي. وفي حالة التسديس نفسها يكون منطبقاً على مركز معدّل المسير. وفي الحالة التي يربع فيها مركز التدوير أوج المدير، يكون مركز الحامل على الخط المار بمركز التدوير ومركز معدّل المسير بالتقريب. وإلى

---

١ - كوكب: سقطت في ن.
٢ - مقاطراً: مقاطر في بر و م.
٣ - تتمّ: يتم في بر و م.
٤ - †. . . †: سقطت في ن. انّ الأوج: «وانّ أوجه» في ن، «انّ أوج» في بر.
٧ - للمسير: المسير في جميع النسخ.
٨ - وذلك: وذالك في م.
١١ - للمسير: المسير في جميع النسخ.
١٣ - أمر: الأمر في ن. فلا، لأنّ: فلأنّ في بر، «فلا كان» في م.
١٤، ١٥ - †. . . †: سقطت في م.
١٥ - حين[٢]: ان في ن.
١٧ - يبتدىء: يبتدأ في ن. بالأوج: ن تضيف: «الذي للمدير أي أوج المعدل للمسير».
١٨ - يربع: يرفع في م.
١٩ - معدل: المعدل في ن. بالتقريب: سقطت في ن.

حين يثلث مركز التدوير أُوج المدير يكون مركز الحامل في الربع المقابل للربع الذي فيه مركز التدوير من المعدّل للمسير - أعني من الربع الذي من برج السرطان إلى الميزان.

وفي حالة التثليث نفسها يكون قد عاد مركز الحامل إلى وضعه الأول، فصار على الخط الذي فيما بين أُوج المدير ومركزه. فلا جَرَم يكون مركز التدوير في هذا الوضع أقرب إلى مركز العالم، لأنّ مركز حامله في غاية البعد عنه. وكذلك †يكون حاله† في التثليث الثاني.

ں ٧٥ ظ - ١٦٩ و وإذا قابل مركز ⌉ التدوير أُوج المدير كان مركز الحامل / قد انطبق على مركز معدّل المسير. ومن المقابلة إلى أنْ يثلث مركز التدوير أُوج المدير ثانياً يكون مركز الحامل في الربع الذي يبتدىء من السرطان. وفي هذا التثليث الثاني يكون مركز الحامل قد عاد إلى وضعه في أوّل الأمر - أعني فيما بين أُوج المدير ومركزه. وإلى أن يربعه التربيع الثاني يكون مركز الحامل في الربع من المعدّل الذي من أول الميزان إلى آخر القوس.

م ٨٥ و فإذا بلغ مركز التدوير التربيع الثاني⌉ صار مع مركز الحامل ومركز المعدّل على خط واحد مستقيم بالتقريب. ومن هذا التربيع إلى التسديس يكون مركز الحامل في الربع من المعدّل الذي من أول الجدي إلى الحمل، وهو الربع المقابل للربع الذي فيه مركز التدوير.

وإذا سدّسه ثانياً انطبق مركز الحامل على مركز المعدّل للمسير، وإلى أن يقارن مركز التدوير أُوج المدير يكون مركز الحامل مع مركز التدوير في ربع واحد من المعدّل. ويعود الأمر من الرأس.

†فقد تبيّن بما لزم عن الحركات التي أخبرنا بها على الوجه المذكور أنّ مركز التدوير ومركز حامله يكونان دائماً في ربع من أرباع المعدّل للمسير أو ربعين متقابلين منه.

ولّما كان مركز التدوير إنّما يقطع قسيّاً متساوية عند مركز الحامل، وكان مركز الحامل في

---

٢ - للمسير: المسير في جميع النسخ. من٢: سقطت في ں.
٤ - الوضع: الموضع في ں.
٥ - عنه: ں تضيف: «وليسا في جهة واحدة. وكذلك: على هامش ں. †...† سقطت في ں.
٦ - مركز١: سقطت في م. مركز: مركز التدوير في ں.
٨ - الذي: «الذي منه» في ں.
١٠ - من١: سقطت في م.
١١ - المعدّل: المعدّل المسير في ں.
١٢ - بالتقريب: سقطت في ں. التربيع: التربيع الثاني في ں.
١٣ - أول: «أول برج» في ں.
١٤ - وإذا: فإذا في ں. للمسير: المسير في ں.
١٧ - †: من هنا وحتى ص ق ٧٦و السطر ٢٠ يختلف النص في مخطوط ں بشكل عام. انظر ملحق رقم ٤.

أكثر الأمر على خط يمر بمركز المعدل للمسير، وأيضاً ينطبق عليه في العودة الواحدة لمركز التدوير ثلاث مرات. فلذلك ظُنَّ بمركز التدوير أنَّ حركته المستوية على مركز المعدّل للمسير، وأنَّ قطر التدوير المارّ بمركز التدوير ومركز الحامل في معظم الأمر ينظم مركز المعدّل للمسير. فلذلك يُرى قطر التدوير محاذياً أبداً لمركز معدّل المسير†.

وأمّا أوضاع مركز الحامل على رأي بطلميوس، فلا يتهيّأ فيها الجمع بين استواء هذه الحركة على مركز الحامل ومركز المعدل للمسير، †ولا يكون قطر التدوير محاذياً لمركز الحامل† أصلاً. ولو أُخذ ذلك بالتقريب، ˥ وذلك أنّه من حين يفارق مركز التدوير أوج المدير إلى حين ى ٧٦ ظ يربّعه، يكون مركز الحامل في الربع الذي يبتدىء من برج الميزان† على خلاف التوالي إلى برج السرطان†، فيقع مركز المعدّل للمسير في ناحية الحمل بعيداً عن الخط المارّ †بمركز الحامل ومركز التدوير. فلا †يمرّ بمركز المعدّل للمسير ولا بالقرب منه.

وأمّا من هذا التربيع إلى حين المقابلة فيكون مركز الحامل في الربع الذي من آخر الجوزاء إلى أول الحمل، ومركز التدوير في الربع المجاور لهذا الربع وهو من الجدي إلى آخر الحوت. †ومركز المعدّل في ناحية عن الخط الذي يمرّ بمركز التدوير ومركز الحامل في النصف الذي يتوسطه الميزان†.

وأمّا من حين يكون مركز التدوير من أول الحمل ˥ إلى حين التربيع الثاني يكون مركز م ٨٥ ظ الحامل في الربع المجاور لهذا الربع، †وهو الربع† الذي من آخر الحوت إلى أول الجدي.

وإلى حين المقارنة وهي /عود مركز التدوير إلى أوج المدير يكون مركز الحامل في الربع ١٦٩ ظ

---

٢ ـ للمسير: المسير في بن و م.
٣ ـ ومركز: على هامش بن. ينظم: غير منقوطة في جميع النسخ.
٤ ـ †: هنا ينتهي النص المختلف في ى. انظر ملحق رقم ٤.
٥ ـ يتهيّأ: ينهيها في بن.
٦ ـ للمسير: المسير في بن و ى. †...†: سقطت في ى.
٨، ٩ ـ †...†: ى: «إلى برج السرطان إلى خلاف التوالي».
٩ ـ للمسير: المسير في ى.
٩، ١٠ ـ †...†: ى: «بمركزي التدوير والحامل فلا يكون الخط المار بمركز التدوير ومركز الحامل».
١٠ ـ فلا: ولا في بن. للمسير: المسير في جميع النسخ.
١٢ ـ الجوزاء: م تضيف «قدماً». الحمل: ى تضيف «قدماً». المجاور: المجاوز في بن. وهو: «وهو الذي» في ى.
١٣، ١٤ ـ †...†: ى: «فهما في النصف الذي يتوسطه الحمل ومركز معدل المسير في النصف المقابل له فوق وهو النصف الذي يتوسطه الميزان فلا يكون الخط المارّ بمركزي التدوير والحامل يمرّ بالقرب من مركز المعدل المسير».
١٥ ـ يكون: يصير في ى.
١٦ ـ †...†: سقطت في م. المجاور: المجاوز في ب

١٦٩ ظ

الـذي من آخر القـوس إلى الميزان. وعنـده أنَّ حركـة مركـز الحامـل في الأرباع المـذكورة إلى خلاف التوالي. ومسير مركز التدوير فيها إلى التوالي.

فمن البيّن أنَّه يلزم من الهيئة والحركات التي ذكرها بطلميوس أنَّ مركز التدويـر ومركـز حامله في مدة أزمان قطعه فلك البروج من حين يفارقان الخط المارّ بالمراكـز إلى أن يعودا إليـه يكونان دائماً في ربعين متجـاورين من أرباع معـدّل المسير. فـلا يمكن أن يكون الخط الـذي يصل بين مركز التدوير ومركز الحامل يمرّ بمركز معدّل المسير، ولا بالقرب منه.

وكان قد ظهر له بالرصد أنَّ حركة مركز التدوير مستوية عند مـركز المعـدّل، فلم يمكنه الجمع بينهما كما أمكن ذلك في مثالنا الذي لزم عن هيئتنا.

فقـد تبيّن واتّضـح أنَّ أفلاك عـطارد متى توهمت متحـركة عـلى الجهة التي أوضحنـاهـا استقام أمرها آ وجرت أحوالها على الوجه الأليق والأشبه بالطبيعة السماوية، وطابق المتحصـل ں ٧٧ و منها المتحصل من هيئة بطلميـوس، ولم يختلفا بشيء لـه عظيم قـدر، لكن بشيء يسير يفـوت مثله عـلى الراصـد. وكان مـذهبنا وطـريقنا ليس عليهـا شك ولا يلزم عنهـا محال. فقـد تبيّن ووضح أنَّها أتمُّ وأكمل من غيرها.

فصـل: في بيان أبعاد عطارد في هذه المواضع بطريق الحساب بما به نصف قطر الحامل ستّين جزءاً.

فنقـول إنَّ مركـز التدويـر متى كان في أبعـد أبعاده وذلـك حين يبلغ أوج الفلك المـدير الذي في برج الميزان، يكون بعده من مركز العالم تسعة وستين جزءاً. فإن كـان مركـز كوكب عطارد في ذروة التدوير كان بعده يزيـد على ذلـك بنصف قطر تـدويره، وهـو اثنان وعشرون جزءاً ونصف. وإن كان في حضيض التدوير نقص مثل ذلك. وإذا وصل مركـز التدويـر إلى

---

١ ـ وعنده: لأنَّ عنده في ں.
٤ ـ أزمان: زمن في ں. حين: حيث في ں. أن يعودا: أن يعود في ں وب، يعودا في م.
٥ ـ ربعين متجاورين: رابعين متجاوزين في م.
٨ ـ مثالنا: مقالتنا في ں.
٩ ـ واتّضح: سقطت في ں. توهمت: توهمته في م. متحركة: متحرك في م.
١٠ ـ السماوية: السمائية في م و ں.
١١ ـ يفوت: يفوق في ں.
١٢ ـ عنها: عما في ں.
١٤ ـ فصل: الفصل التاسع والأربعون في ں. المواضع: المتواضع في م.
١٩ ـ ونصف: ں تضيف: «فيكون أبعد أبعاد عطارد أحد وتسعين جزءاً وثلثين دقيقة».

حضيض المدير من برج الحمل كان مركز الحامل قد انطبق على مركز ⌐المعدّل المسير، فيكون م ٨٦ و بُعده من مركز العالم ثلاثة أجزاء في جهة الميزان؛ فيبقى بُعد مركز التدوير من مركز العالم سبعة وخمسين جزءاً. فإن كان الكوكب على الذروة زاد بُعده فبلغ تسعة وسبعين جزءاً ونصفاً. وإن كان في حضيض التدوير كان بُعده منه أربعة وثلاثين جزءاً ونصفاً.

وأمّا إذا كان بُعد مركز التدوير من أُوج المدير في أي الجهتين كان رُبع دائرة من المدير كان في هذا الموضع مقارناً لبُعده الأقرب من فلكه الحامل. لكن قربه هذا إنّما هو أقرب القرب إلى مركز المدير خاصة. فيكون بُعد مركز التدوير في هذا الموضع من مركز المدير سبعة وخمسين جزءاً. وبُعد مركز المدير من مركز العالم ستة اجزاء. ومربعا هذين البعدين مساوٍ لمربع الخط الذي بين مركز العالم †ومركز التدوير. فيكون في هذا الوضع بُعد مركز التدوير من مركز العالم† سبعة وخمسين جزءاً وثلثاً/آ بالتقريب. ١٦٠ و- ں ٧٧ ظ

ومن البيّن أنّ الكوكب إنّ كان على الذروة أو الحضيض من التدوير فإنّ بُعده من مركز العالم يكون معلوماً فلا حاجة إلى ذكره.

وأمّا إذا كان مركز التدوير على أحد الثلثين من أُوج المدير فإنّ مركز الحامل عندها يكون على الخط المارّ بالمراكز فيما بين أُوج المدير ومركزه. وقد عاد† أقرب البعد لمركز تدوير عطارد إلى وضعه الأول. فيكون بعد مركز التدوير من مركز العالم ستة وخمسين جزءاً وثلث عشر تقريباً. وكذلك يكون في التثليث الثاني†.

فقد تبيّنّ أنّه يكون في هذين الموضعين خاصة أقرب من سائر أوضاعه من مركز العالم. فتبيّنّ بطريق الحساب أنّ مركز التدوير حين يكون بعده من كل واحدة من جهتي حضيض المدير سدس دائرة يكون أقرب إلى مركز العالم منه حين يكون في البعد الأقرب من المدير.

---

٤ ـ ونصفاً: ونصف في جميع النسخ.
٥ ـ من المدير: سقطت في ں.
٧ ـ مركز المدير: المدير في ں.
٨ ـ وبُعد: «ويكون بعد» في ں. ومربعا: ومربعي في بں و م، والأصح «مجموع مربعي».
٩ ـ مركز العالم ومركز التدوير: «مركزي العالم والتدوير» في ں. الوضع: الموضع في ں.
٩، ١٠ ـ †...†: سقطت في م.
١٠ ـ وثلثاً: وثلث في جميع النسخ.
١٣ ـ الثلثين: المثلثين في ں.
١٤، ١٦ ـ †...†: عوّض عنها في ں بفقرة طويلة اثبتت في الملحق رقم ٥.
١٥ ـ جزءاً: جزاء في بں. ثلث: ثلثة في م.
١٨ ـ واحدة: واحد في بں.
١٩ ـ من: «في» في ں.

وانّه عند آ كونه في حضيض المدير أقرب إلى مركز العالم من كونه في بعده الأقرب الذي من جهة فلكه الحامل، ولذلك يكون كوكب عطارد في هذا الموضع متى كان في حضيض تدويره أقرب إلى مركز العالم منه مع كونه في حضيضه في غيرهما من الأوضاع. ى ٧٨ و

فقد تبيّن مما وصفناه أنّ الذي يظهر من الهيئة التي أوجدناها موافق لما ظهر لبطلميوس بالرصد في المواضع التي رصده فيها. ولم يخالف عملنا فيها شيئاً من أصول هذا العلم. وذلك ما أردنا بيانه إن شاء الله.

فصل: في ذكر عروض الكواكب الخمسة. م ٨٦ ظ

وقد وُجد لكل واحد من الخمسة المتحيرة ضربان من الاختلاف في العرض، أحدهما عند مركز العالم، وهو الذي يكون من قبل ميل الفلك الحامل، والثاني الذي يكون من قبل ميل سطوح التداوير عن الأفلاك الحاملة، وتغيُّر وضع هذه السطوح ـ †أعني سطوح التداوير† ـ عن سطوحها ـ †أعني سطوح الحوامل†. فأمّا قطر التدوير المارّ بالذروة والحضيض، فإنّ بطلميوس يقول في ثالثة عشر المجسطي إنّه رصد كل واحد من الخمسة المتحيّرة حين كان بُعد مركز تدويره المعدّل من النهاية الشمالية أو الجنوبية ربع دائرة، وكان بعد الكوكب من ذروة تدويره المرئيّة كذلك فكان يجده في سطح البروج بالتقريب.

وقال في الثلاثة العلوية خاصّة إنّه وجد كل واحد منها متى كان مركز تدويره في بُعده الأبعد، والكوكب في حضيض تدويره كان ميله في جهة الشمال عن فلك البروج أكثر مما كان يجد ميله متى كان الكوكب في ذروة التدوير، وبالعكس من ذلك كان يجد الحال فيها اذا كان

---

١ ـ وأنّه: انّه في ى.
٢ ـ ولذلك: وكذلك في م.
٣ ـ حضيضه: الحضيض في ى وصحّحت على الهامش.
٤ ـ وصفناه: وصفنا في ى و م. موافق: موافقاً في ى.
٥ ـ شيئاً: شيء في ى و م.
٦ ـ إن شاء الله: سقطت في ى، م تضيف: «تعالى».
٧ ـ فصل: الفصل الخمسون في ى.
٨ ـ ضربان: ضربين في ى.
١٠، ١١ ـ †...†: سقطت في ى.
١٢ ـ واحد: واحدة في ى.
١٣ ـ النهاية: النهار في م.
١٤ ـ كذلك: لذلك في ى و م. فكان: وكان في م
١٥ ـ منها: منهما في ى و م.
١٧ ـ يجد: يجده في ى و م. وبالعكس من ذلك: وكذلك في ى.

مركز التدوير في بعده الأقرب من الحامل.

وقال إنَّ النهاية الشمالية امَّا لكوكبي آ زحل والمشتري فانَّه وجدها في مبادىء برج ں ٧٨ الميزان، وامَّا لكوكب المرّيخ فإنَّه وجدها في أواخر برج / السرطان، وتكاد أن تكون مقارنة ١٧٠ ظ لبُعده الأبعد.

وأمَّا اقطار تداوير هذه الثلاثة الكواكب - أعني التي تمر بالبعدين الأوسطين من التدوير - وهي الأقطار القائمة على الأقطار المارّة بالذروة والحضيض المرئيّتين، فإنّها تكون موازية لفلك البروج بالتقريب.

وقال انّه رصد كل واحد من كوكبي الزهرة وعطارد ومركز تدويرهما في أوجه تارة وفي حضيضه أُخرى، وكل واحد منهما مرّة في ذروة تدويره وأُخرى في حضيض التدوير، فكان يجد أمَّا كوكب الزهرة ففي جهة الشمال، وأمَّا كوكب عطارد ففي الجنوب. وكان يجد الميل لكل واحد منهما على أيّ وضع كان من هذه الأوضاع لا يختلف. وهذا الأمر الذي أوجب له أنْ ظنَّ أنَّ سطوح أفلاكهما الحوامل تميل ⌝في جهتي الشمال والجنوب الى غاية ثم يعودان م ٨٧ و فينطبقان على سطح البروج، ويرجعان عنه فيميل كل نصف منهما الى ضدّ الجهة التي كان ميله فيها. وقد رجع عن هذا الاعتقاد في كتاب الاقتصاص.

وأمَّا قوله في الكواكب الخمسة انَّها اذا كانت في ذرى أفلاك تداويرها فإن ميولها كذا، وفي كوكبي الزهرة وعطارد متى كانا في حضيض تدويرهما فميلهما كذا، ليس ذلك ممَّا يوجد بالرصد. لأنَّ كلَّ واحد من هذه الكواكب في هذه الأحوال يكون مقارناً للشمس فلا يرى. لكنّه ربّما أخذ ذلك من مواضعها قبل بلوغ الذروة وبعد انفصالها عنها. وكذلك حال السفليين في حضيض التدوير.

وقد قال هذا القول في الفصل الثالث من ثالثة عشر المجسطي. وقال في كوكبي الزهرة

---

١ - الحامل: ں تضيف: «فإنّه كان يجد الميل في الكواكب الثلثة العلوية الى جهة الجنوب، وكان يجد ميل الكوكب منها اذا كان في حضيض التدوير أكثر مما يجده اذا كان في ذروة التدوير، وهو غاية ميله عن البروج» وقد أُضيف عبارة: «ما بين العلامتين زايد» على هامش ں دون الاشارة الى علامتين.

٢ - فانّه: لانّه في م.

٤ - لبُعده: للبعد في ں، لبعد في م.

٨ - كل واحد من: سقطت في ں. تدويرهما: تدويره في ں.

٩ - حضيضه: حضيض في م. فكان: وكان في م.

١٠ - كوكب: لكوكب في ں. كوكب عطارد: عطارد في ں.

١١ - وهذا: وهذه في م.

١٢ - تميل: ميلان في ں. والجنوب: وسقطت في م.

٢٠ - الثالث: الثالثة في م. ثالثة عشر المجسطي: ثالثة عشرة من كتابه في ں.

وعطارد أنّ قطري تدويرهما اللذين يمران بالبعدين الأوسطين يكون لهما ميل عن سطحي الفلكين الحاملين لهما. فاذا كان مركز التدوير⁷ في أوج حامله كان الطرف الشرقي من هذا ں ٧٩ و القطر المسمّى بالبعد المسائيّ في غاية ميله، وكذلك الطرف الغربي المسمّى بالصباحيّ.

وابتداء ميل هذين القطرين من العقدتين. وغاية ميلها عند نهاية ميل فلكيهما المائلين. وهاتان النهايتان فهما مقارنتان لاوجيهما. †وميل كل واحد من الطرفين إنّما يخالف ميل الطرف الآخر† في الجهة فقط.

فأمّا في كوكب الزهرة فإن مركز تدويرها اذا كان في بعده الأبعد كان ميل الطرف الشرقي في جهة الشمال والغربي في جهة الجنوب. واذا كان مركز تدويرها في حضيض حامله كان الأمر فيها بالضدّ من ذلك.

وأمّا كوكب عطارد فإنّ مركز تدويره متى كان في بعده الأبعد من حامله كان ميل طرف قطره الشرقي في غاية ميله في جهة الجنوب، والطرف الغربي بالضدّ منه. واذا كان مركز تدويره في حضيض الحامل كان ميل الطرف الشرقي في جهة الشمال، والطرف الغربي / بالضد منه. ١٧١ و

وأمّا متى كان مركز تدوير أحدهما في احدى العقدتين فإنّ الطرفين المذكورين يكونان في سطح البروج. وأمّا طرفا القطر المارّ بالبعد⌐ الأبعد والأقرب من فلكي تدويرهما فإنّما يكونان م ٨٧ ظ في غاية ميلهما عن سطح البروج. فيكون، امّا في كوكب الزهرة، فمتى كان بعد مركز التدوير من الأوج نحو توالي البروج تسعين جزءاً فإنّ ذروة التدوير ـ أعني الطرف الأعلى من قطر التدوير ـ يكون في غاية ميله عن البروج في جهة الشمال والحضيض في جهة الجنوب. واذا بلغ مركز التدوير حضيض الحامل لم يكن لهذا القطر ميل سوى ميل سطح الحامل لأنّه حينئذ يكون منطبقاً في سطحه. واذا بعُد مركز التدوير من أوج حامله مايتين وسبعين جزءاً كان ميل

---

١ ـ اللذين: الذين في ں.
٣ ـ بالصباحي: بالبعد الصباحي في ں، الصباحي في م.
٤ ـ ميلها: «ميل هذين القطرين يكون» في ں.
٥ ـ فهما مقارنتان: «يكون فيهما مقارنة» في ں. لاوجيهما: لأوجهما في ں.
٥، ٦ ـ †...† «وميل الطرف الثاني يخالف ميل الطرف الأول» في ں.
٧ ـ فأمّا: وأمّا في ں.
٨ ـ تدويرها: تدويرهما في م.
١٢ ـ الغربي: سقطت في ں.
١٤ ـ احدى: احد في ں وم.
١٥ ـ فإنّما: فانّهما في ں.
١٩ ـ سوى: سوا في ں.
٢٠ ـ مايتين: مايتي في جميع النسخ.

الذروة ـ أعني الطرف الأعلى من هذا القطر ـ في غايته في جهة الجنوب، والحضيض ـ أعني طرفه الأدنى في غاية ميله في الشمال.

وأمّا في آ كوكب عطارد فبالضدّ مما في الزهرة ـ أعني أنّه متى كان بُعد مركز تدويره من أوج الفلك المدير تسعين جزءاً، فإنّ ميل ذروة تدويره يكون في جهة الجنوب، والحضيض في جهة الشمال. ومتى كان بُعد مركز تدويره عن أوج المدير ماية وثمانين جزءاً لا يكون لهذين الطرفين ميل سوى ميل الفلك الحامل. واذا كان بعد مركز التدوير من أوج المدير مايتين وسبعين جزءاً كان ميل ذروة التدوير في جهة الشمال والحضيض في الجنوب. ي ٧٩ ظ

فهذه هي الأحوال التي ذكر أنها ثبتت عنده للكواكب المتحيرة بالأرصاد، وبنى أمره عليها.

وقال في الفصل الثاني من المقالة الثالثة عشر من كتابه أنّ اطراف هذه الأقطار تدور على دوائر صغار موضوعة عند أطرافها لازمة لمحيطات تلك الدوائر، وأنّ سطوح هذه الدوائر قائمة على سطوح الحوامل. وإنّ حركات الأقطار المستوية ليست عند مراكز هذه الدوائر بل عند مراكز دوائر مراكزها خارجة عن مراكز الأول ليكون عود اطراف الأقطار الى السطوح المائلة مساوياً لعودات مراكز التداوير الى سطح البروج في أرباع العودات. وكذلك في أنصافها.

ومن البيّن أن هذا الرأي في غاية البعد عن الصحة لما يلزم عنه من الفساد المخرِج عن المسلك القويم.

فلذلك رجع هو عن هذا الرأي ⌐ في كتاب الاقتصاص وتصور لهذا الميل فلك تدوير ثان يحيط بالأوّل تكون منطقته في سطح المائل. وجعل منطقة التدوير الداخلة مائلة عنها في جهتي الشمال والجنوب. وقال إنّ الفلك الحاوي للتدوير يتحرك في الجهة العليا منه نحو المغرب وفي السفلى نحو المشرق، فيتبدّل وضع سطح التدوير الذي يسير فيه الكوكب دائماً. م ٨٨ و

وهذا رأي صحيح موافق للأصول وليس فيه شيء من تلك التعجرفات الشنيعة.

---

٥ ـ عن: من في ي.
٦ ـ مايتين: مايتي في جميع النسخ.
٨ ـ للكواكب: للكواكب الخمسة في ي. بالارصاد: بالرصد في ي.
١٠ ـ من[٢]: في في ي.
١١ ـ على: في في ي.
١٩ ـ ثان: ثاني في ي. تكون: سقطت في ي. الداخلة: الداخل في ي.
٢١ ـ يسير فيه: فيه يسير في ي.
٢٢ ـ للأصول: الأصول في ب ي و م.

وبهذا / الأمر يتم له الغرض الـذي وجده بـالرصـد وقصد لأجله تلك الأشيـاء ـ أعني التفاف ١٧١ ظ
الأقـطار. آ فإنَّ الفلك الحـاوي للتدويـر متى تحرك عـلى مركـزه وكانت حـركته في أعـاليه الى ى ٨٠ و
خلاف التوالي، وكانت في السرعة مساوية لحركة مركز التـدوير بـالفلك الحامـل نقل الـطرف
الشرقي من القطر المارّ بالبعدين الأوسطين من التدوير المسمّى بالبعد المسائي نحو الذروة.

فإن كان المثال في كوكب الزهرة وكان مركز تدويرها في أوج الحامل، فإنَّ بعده المسائي يكون في هذا الوضع في غاية ميله في الشمال. فاذا بعد مركز التدويـر من الأوج تسعين جـزءاً صار بُعده المسائي موضع الذروة من التدوير. فيكون ميل الذروة في هذا الحال نحو الشمال. ثم ينتقل المركز في الربع الذي يلي الحضيض فتميل الـذروة نحو البعـد الصباحيّ. فـاذا بلغ المركز الحضيض صار الصباحيّ في غاية بعـده في الشمال. ثم اذا انتقـل المركـز من الحضيض نحو الجوزهر مال البعد الصباحي نحو حضيض التدوير. فاذا بلغ المركز العقـدة صار البعـد الأقرب من التدوير في غايـة ميله في الشمال. ويعـود الأمر من الـرأس. وقس عليه في وضـع طرف القطر المقابل لهذا في الجهة المقابلة له دائماً. وذلك يـوافق ما خـرج له بـالرصـد. ونحو ذلك يكون الحال في كوكب عطارد.

فلمّا تبيّن لنا صواب مقصده في كتاب الاقتصاص في ميول هذه الكواكب التي لحقتها في
العرض، وأنّها من جهة أفلاك أخر تقلب أوضـاع تداويـرها، وانّـه يوافق لمـا يظهـر بالـرصد
ويناسب الأصول الموضوعة لهذا العلم فقفونا أثره في ذلك واتبعناه ٦ وأضفنا الى فلكي التدوير م ٨٨ ظ
المقدّم ذكرهما هذا الفلك الثالث ليتم لنا بـذلك انحـراف قطري التـدوير وتغـيّر أوضاعهـا.
والذي دعانـا الى اثبات الفلك المـدير للتـدوير هـو الأمر الـذي دعاه الى اثبـات مركـز معدّل
المسير. وبهذين الفلكين يصحّ انحراف قطر التدوير عن محاذاة مركـز الحامـل الى محاذاة مـركز
المعدّل المسير على ما أوضحناه، وتبدّل أوضاع سطح التدوير الذي فيه الكـوكب. آ وذلك أنّ ى ٨٠ ظ
الفلك الثاني المحيط بالتدوير الذي ذكرناه ودعانا الى تخيّله واثبات وجـوده تصحيح الحـركة في

---

١ ـ لاجله: الاجله في م.
٦ ـ هذا: هذه في ى.
٨ ـ الربع: سقطت في بى و م، «الذروة في الربع» في ى.
٩ ـ صار: سقطت في ى.
١٢ ـ في: على هامش بى.
١٢، ١٥ ـ يوافق: موافق في ى.
١٤ ـ فلما: ولما في ى. لحقتها: لحقها في بى و م.
١٥ ـ تقلب أوضاع: تميل سطوح في ى. يظهر: ظهر في ى.
١٦ ـ فقفونا: قفينا في ى.
١٧ ـ وتغير أوضاعها: «عن مركز الحامل وهو» في ى.
٢٠ ـ الكوكب: المركز في ى.

الطول لا يتمّ به المطلبان ولكن يتم بهذا الفلك الثالث، فدعتنا اليه الضرورة لتصحيح الحركة الخاصة. وانّما يصح هذا المطلوب متى جعل وضع هذا التدوير الثالث بين ذينك الفلكين الأولين. وذلك إنّه انّما يتم بأن تكون حركة المدير - أعني الفلك المحيط بفلكي التدوير - في جهته العليا آخذاً نحو التوالي، وفي أسافله الى خلاف التوالي. وهذه النقلة توجب لنا انتقال سطح التدوير الأصغر المائل وهو الذي فيه يجري الكوكب على خلاف ما قد تبيّن بالرصد. لأنّه قال إنّ ميل الطرف الأدنى من قطر التدوير في كوكب الزهرة متى كان مركز التدوير في العقدة / التي في النصف الذي للزيادة - أي التي منها يأخذ نحو الأوج - يكون في ١٧٢ و غاية الميل عن البروج في جهة الشمال.

واذا وصل مركز التدوير الى بعده الأبعد كان الطرف الشرقيّ من قطر التدوير المارّ بالبعدين الأوسطين في غاية ميله في الشمال، وسطح التدوير اذا حركه المدير - أعني الثالث من التداوير - على التوالي كما فرضنا في هذا الربع نقل الطرف الذي يلي الحضيض الى جهة المغرب، فيرى هذا الطرف وقد صار على البعد الصباحيّ، فيكون البعد الصباحيّ في غاية ميله في الشمال فيكون البعد المسائي في غاية ميله في الجنوب وهو مخالف لما قد وُجد بالرصد، فإنّه وجد في هذا الموضع في غاية ميله في الشمال. فاحتجنا الى اثبات فلك ثالث متوسّط بين الفلكين الأوّلين - †أعني المدير وفلك التدوير† - تكون حركته في أعاليه الى خلاف توالي البروج، وتكون منطقته ⌐في سطح الفلك الحامل فيتبدّل بحركته أوضاع ميل فلك التدوير م ٨٩ و †على الوجه الموافق للرصد†، لأن سطح منطقة التدوير الأصغر مائل عن منطقة الأوسط. فحين يديره يحوّل وضع سطح التدوير الأصغر المقاطع لسطحه. وينبغي أن تكون حركته في أعاليه⌐ الى خلاف توالي البروج، وفي أسافله بالعكس، وأن تكون حركته ضعف حركة المدير ں ٨١ و للتدوير ليفضل له الى خلاف التوالي مثل حركة الحامل المساوية لحركة المدير المذكور. فبهذا الطريق ينتقل الطرف الذي يلي الحضيض من قطر التدوير الى جهة المشرق، فيصير هو البعد

---

١ - الطول: العرض في ں وقد صححت على الهامش. المطلبان: المطلوبان في ں.
٥ - انتقال: نقلة في ں. المائل: المائل عن الأول في ں.
٦ - بالرصد: الرصد في م.
١٢ - المغرب: الغرب في ں. فيكون: فيصير في ں.
١٣ - مخالف لما: محال لأنه في ں.
١٤ - فإنّه وجد: انّه في ں. ثالث متوسط: «آخر يكون فيها» في ں.
١٥ - †...†: سقطت في ں.
١٧ - †...†: سقطت في ں.
١٨ - يديره: يدور في ں.
٢٠ - للتدوير: اعني التدوير الأعظم في ں. له: ں تضيف: «بعد الذي يرده المدير».
٢١ - ينتقل: ينقل في بں وم. المشرق: الشمال في ں.

المسائيّ حين ينتقل مركز التدوير من العقدة المذكورة† الى البعد الأبعد† فيكون ميل البعد المسائي - أي الطرف الشرقي - في جهة الشمال في غاية ميله أيضاً كما ظهر بالرصد.

فتبيّن أنّ فلك التدوير لكلّ واحد من الكواكب الأربعة، وهي زحل والمشتري والمريخ والزهرة، يجب أن يكون مركّباً من ثلاثة أفلاك طباق محيط بعضها ببعض ليتم الأمر على الوجه الصحيح المطابق للأصول والأرصاد.

وأمّا تدوير عطارد فإنّه يُكتفى فيه بالفلكين الداخلين فقط، ويُستغنى فيه عن الأول المدير بوجود المدير الأعظم، لأنّا لما قلبنا الحركات المذكورة للحامل والمدير الأعظم الحاوي للحامل، وصحّت بذلك حركات مركز التدوير على الوجه المرضي. وهذه الطريق وإن خالفت طريقه فليست بمخالفة لما ذكره من الارصاد. لأنّ مواضع التدوير بمقتضى رصده قد بيّنا أنّها مطابقة لما يخرج بطريقنا. والأصول موافقة لها. وما عدا الرصد والأصول فلا يلتفت اليه.

وإنّما قلنا انّ فلك التدوير يجب أن يكون مركباً من طبقات ثلاث أُكرٍ لأنّه قد وُجد في حركته ثلاثة ضروب من الاختلاف: الأول منها اختلاف حركة التدوير عند مركز الحامل، الثاني منها اختلاف حركة الكوكب على محيط التدوير لانحراف قطره المارّ/ بالذروة الوسطى ١٧٢ ظ عن محاذاة مركز الحامل. الثالث من الاختلافات انحراف القطرين المارّين بالبعدين المختلفين - †أعني الذروة والحضيض† - والمارّين بالبعدين الأوسطين اللذين⌝ لاجلهما يتغيّر م ٨٩ ظ العرض الذي يسمّى بالانحراف والالتواء.

⌜وكلّ واحد من هذه الأحوال يحتاج الى فلك خاص يحركه حركة مخالفة لحركة الآخر ں ٨١ ظ إمّا في قدرها أو جهتها أو سطحها.

فقد ظهر مما ذكرناه وجود الحاجة الى زيادة الأفلاك وتغيير جهات الحركات ومقاديرها.

---

١ - ينتقل: ينقل في ںں و م، يصير في ں. †...†: سقطت في ں.
٢ - في: من في ں.
٤ - مركّبا: سقطت في ں.
٨ - وصحت: كذا، اقرأ صحت. وهذه: وهذا في جميع النسخ.
٩ - فليست: على هامش ں.
١٢ - طبقات ثلاث أكر: اكر طبقات ثلثة في ں. وجد: يوجد في ں.
١٣ - منها: سقطت في ں.
١٤ - لانحراف: من انحراف في ں.
١٥ - الثالث: والثالث في ں. الاختلافات: اختلاف في ںں و م.
١٦ - †...†: سقطت في ں. اللذين: الذين في جميع النسخ.
٢٠ - ذكرناه: ذكرنا في ں.

١٧٢ ظ

وانَّ بهذا الطريق يستقيم أمر الهيئة على الوجه الصحيح المرضي المطابق للأصول وتصديق الارصاد.

فصل: في نعت تحريك الأكر بعضها لبعض.

كل متحرك عن غيره يقال لحركته هذه حركة بالعَرَض. وهذا التحريك قد يكون في كرتين متماستين بجملتي سطحيهما، وهو على ضربين: أحدهما بالضرورة والآخر بالتشبث. أمّا الذي بالضرورة فأنْ يكون مركز الكرة المحوية خارجاً عن مركز الحاوية، فيختلف لذلك ثخن الحاوية. فاذا دارت الكرة الحاوية على مركز سطحها الأعلى على محور لا يمرّ بمركزي الكرتين تحرك† مركز السطح الباطن فيتحرك† السطح الباطن من الحاوية، المماس للسطح الظاهر من المحوية، على مركز السطح الظاهر. فيتحرك السطح الباطن حول مركز السطح الظاهر لكونه يدور على غير مركزه، وهو مكان الكرة المحوية. فتتحرك المحوية بدوران مكانها حول مركز الحاوية. وذلك لأنّ المحور الثابت الذي عليه الحركة لا يمرّ بمركز السطح الأدنى من الكرة الحاوية. فلذلك تكون بعض النقط التي تفرض في السطح المقعر منها أقرب الى المحور الذي عليه يدور السطح الظاهر من بعض. فاذا دارت تبدّل وضعه بالحركة بالنسبة الى محاذاة فلك البروج فينتقل الجانب الأقرب من السطح المقعّر الى الوضع الذي كان عليه الجانب الأبعد ـ أعني يصير الجانب الأثخن من المتمّم الأعلى في الموضع الذي كان فيه الجانب الأرقّ منه ـ فيضغط ما فيه بالحركة فيحركه† بالضرورة. ى ٨٢ و

وإن كان الفرض في فلك تدوير ولم يكن المحور الذي يدور عليه الحامل للتدوير ماراً بمركز التدوير كما قلنا، قيل تحرك التدوير بحركة الحاوي له† بالضرورة بحركة مكانه. وذلك ظاهر لا يحتاج الى شرح.

---

١ ـ يستقيم: يصحّ ويستقيم في ى.
٣ ـ فصل: الفصل الحادي والخمسون في ى.
٤ ـ في: سقطت في ى.
٥ ـ وهو: ويكون في ى.
٨ ـ †...†: سقطت في ى.
١٠ ـ بدوران: وبدوران في م.
١١ ـ بمركز: على هامش ى.
١٢ ـ منها: بعض منها في ى.
١٣ ـ بالحركة: سقطت في ى.
١٤ ـ عليه: فيه في م.
١٦ ـ منه: سقطت في ى. فيحركه: فيحرك في م.
١٦، ١٨ ـ †...†: مكررة في ى.
١٧ ـ ماراً: مارّ في ب و م.

وهذه الحركات العَرَضية التي تلحق الأكر المحوية لا تمنعها أن تتحرك⌉ على مراكزها م ٩٠ و حركات أُخَر خاصة بها، فيتحرك كل واحد من المحويّين على قطبيها. فيحصل لها حركتان: احداهما بالعَرَض والأخرى بالذات. فعلى هذا تحرك الحاوي للمحوي بالضرورة.

وأمّا لو كانت حركة الكرة الحاوية على محور السطح الأدنى منها لما لزم من حركتها حركة بل كان يلزم من الحركة على هذه الصفة أن †تحرك الكرة الحاوية للكرة التي فوقها - أعني المحيطة بها - من خارج†. /ودليله مثل ما سبق في أمر المحوية. ١٧٣ و

فأمّا اذا كان المحور الذي عليه تتحرك الحاوية يمرُّ بمركز المحوية وتحركت الحاوية، فإنَّ السطح الذي هو مكان المحوية لا ينتقل ولا يتبدّل وضعه. فلذلك لا تنتقل المحوية بحركة الحاوية، لثبات مكانها، وسواءً أكانت كرة تدوير أو كرة خارجة المركز.

وأمّا الضرب الثاني من التحريك وهو المسمّى بالتشبث، وهو تحريك الحاوية للمحوية مع اتحاد المركز، فهي حركة المتحرك بحركة قطبيّة. ومن شرط هذا التحريك أن يتقاطع المحوران - أعني محور الحاوية ومحور المحوية. فاذا تقاطع المحوران وكان السطح الباطن من الحاوية مماسًّا للسطح الظاهر من المحوية ماسَّ قطبا المحوية نقطتين من السطح المقعر من الحاوية ولزماهما امّا بالخاصيّة وامّا بشيء آخر بأن يكون في أحدهما نتوء وفي الآخر خرق نفذ فيه. وكل نقطة تفرض في كرة متحركة على غير محورها فإنّها تتحرك بحركتها. فالنقطتان اللتان ماسّهما القطبان المذكوران متحركان بحركة الحاوية لأنّهما فرضتا على غير محور الحاوية لأجل فرض تقاطع المحورين. فاذا دارت الكرة الحاوية ادارت قطبي المحوية فتدور المحوية بدوران قطبيها. وتدور هي أيضاً على قطبي نفسها، فيحصل لها حركتان: احداهما بالعَرَض والأخرى بالذات.

وأمّا متى اتّحد المحوران والمراكز فلا يمكن أن تتحرك المحوية بنفسها ⌉ وتتحرك بحركة ں ٨٢ ظ

---

٢ - بها: لها في ں. المحويين: المحوية في ں.
٣ - احداهما: احدهما في جميع النسخ.
٤ - حركة: حركة المحوية في ں.
٥ - الحركة: حركة المحوية في ں.
٥، ٦ - †...†: «تتحرك الكرة الحاوية لها» في ں.
٧ - الذي: سقطت في بں و م.
٨ - السطح: السطح المقعر في ں.
٩ - الحاوية: ں تضيف: «انتقالاً ضرورياً».
١٤، ١٥ - نفذ فيه: بقدره في ں.
١٥ - متحركة: متحرك في م.
١٦ - القطبان المذكوران: القطبين المذكورين في ں.
١٨ - هي: فوق السطر في ں. احداهما: احدهما في ں، احديها في بں و م.

الحاوية معاً، وتكون الحركتان كل واحدة منها مستوية متصلة. وقد بيّنا بطلان ذلك فيما سبق من القول.

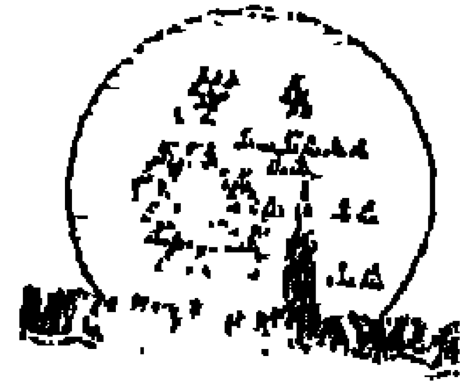
وأمّا الكرات السبعة الشبيهة بالمعدّل فإنّها تحرك الأفلاك الكلية للكواكب السبعة بالضرب الثاني - وهو التشبث - ⌐لاتحاد المركز وتقاطع المحورين. وكذلك تحريك المعدّل لفلك الثوابت. م ٩٠ ظ

وأمّا حركة الممّثلات للافلاك الحوامل فهي بالضرب الأول - أعني بالضرورة - وكذلك تحريك الأفلاك الحوامل لأفلاك التداوير.

وتحريك التداوير الحاوية للمحوية على الوجهين المذكورين لا محالة إمّا بالضرورة متى اختلفت المراكز، وإمّا بالتشبث متى اتّحدت وتقاطعت المحاور.

وأمّا فلك التدوير الأصغر المصمت فإنّه لمّا كان محوره الذي يدور عليه لا يمرّ بمركز الكوكب فلذلك حرّك الكوكب بحركته. والكلام فيه مثل الكلام في تحريك الحامل لفلك التدوير.

واذا علم ذلك فنقول إنّه متى تحركت الكرة الشبيهة أو المعدل على قطبيها نحو المغرب الحركة اليومية حركت معها كرة الممثل، فيحرك الممثل جميع ما يحويه من أفلاك الكواكب بهذه الحركة. †واذا تحرك الممثل على قطبيه الى المشرق حرك معه الفلك الحامل. فيحصل للحامل حركتان بالعَرَض:† احداهما الحركة اليومية المشتركة له ولفلك البروج فلا تغيره بالنسبة/ الى البروج، والثانية حركة الممثل المحرّك لأوجه. واذا تحرك الفلك الحامل بنفسه على مركزه حركته الخاصة حصل للحامل ثلاث حركات: احداهما غير معتبرة لكونها عامة - وهي اليومية المشتركة - فلا نكرر ذكرها، والثانية من جهة الممثل المحرك لأوجه، والثالثة هي التي من نفسه. وهاتان الحركتان تلزمان فلك التدوير الأوّل الحاوي للتداوير. فيحصل لهذا ١٧٣ ظ



١ - واحدة: واحد في ر.
٣ - الكرات: الكواكب في ب.
٦ - للافلاك: الأفلاك في ب. وكذلك: ولذلك في م.
٧ - لافلاك: للافلاك في م.
١٠ - كان: لكان في م.
١٣ - قطبيها: اقطابها في ر.
١٤ - حركت معها: فحرك معه في ر.
١٥، ١٦ - †...†: سقطت في ر.
١٦ - احداهما: احدهما في ر.
١٧ - الفلك: سقطت في ر.
١٩ - والثالثة: الثالثة في ب. التي: التي تكون في ر.

التدوير الأعظم حركة عَرَضية مركّبة من تلك الحركتين المذكورتين اللتين في جهة واحدة ـ أعني حركة الحامل نفسه وحركة أوجه ـ ويتحرك هو بنفسه حركة بسيطة. ويحرك هذا التدوير للذي يحويه. وكذلك حال التدوير الأوسط ـ أعني الثاني ـ مع الثالث، والثالث مع الكوكب.

فجملة الحركات التي يتحرك بها الكوكب ˥ خارجاً عن حركته على مركز نفسه إن كان متحركاً على مركزه ست حركات. وجميع هذه الحركات لازمة لكل واحد من الكواكب الأربعة ـ أعني زحل والمشتري والمريخ والزهرة ـ يتحرك بكل واحدة من هذه الست حركات؛ الأولى ˥ منها الحركة السريعة اليومية التي بها يطلع الكوكب ويغرب، وكذلك فلك البروج. فلذلك لا يكون لهذه الحركة أثر في حركة الكواكب بالنسبة الى فلك البروج. ں ٨٣ و م ٩١ و

وأمّا الحركات الخمسة الباقية فإنّه يحصل للكوكب من تركيبها حركة سادسة مركّبة في الطول والعرض بالنسبة الينا والى فلك البروج. فمن هذه الحركات ما يحركه في الطول فقط كالممثل، ومنها ما يحركه في الطول والعرض كالفلك الحامل وفلك التدوير الأصغر الخاص والأكبر. ومنها ما †يغير وضع سطح التدوير الأصغر في العرض† كفلك التدوير الأوسط.

وأمّا الشمس فيلحقها أربع حركات اذا أثبتنا لها فلك تدوير: أحدها الحركة السريعة اليومية وليس لها في تحريك الشمس في البروج أثر أصلاً. وأمّا الثلاثة الباقية فانّها تُحدث للشمس تنقلاً بالنسبة الى البروج. الأولى حركة الممثل ـ وهي المسمّاة بحركة الأوج ـ والثانية حركة الحامل الناقل لمركز التدوير، وهما في الطول فقط. والثالثة من جهة التدوير يحصل منها حركة مركبة في الطول والعرض.

وأمّا الحركات التي تلحق كوكب عطارد فستّ أيضاً. احداها اليومية السريعة،

---

١ ـ حركة: حركتان في ں. مركبة: احدهما مركبة في ں. المذكورتين: المذكوتين في م.
٢ ـ نفسه: بنفسه في ں. بسيطة: ں تضيف: «فتكون حركاته البسيطة أربعاً».
٣ ـ للذي: الذي في بر.
٥ ـ لازمة لكل: تلزم كل في ں. من: من هذه في ں.
٧ ـ الأولى: الأولة في ں.
٨ ـ فلذلك: على هامش ں. حركة: حركت في م. الكواكب: الكوكب في ں. فلك: سقطت في ں وم.
٩ ـ الخمسة: الخمس في ں.
١٢ ـ †...†: «يحركه في العرض فقط» في ں.
١٣ ـ اثبتنا: اثبت في ں. الحركة: سقطت في ں.
١٤ ـ الثلاثة: الثلث في ں. فانّها: فانّ بها في ں.
١٥ ـ تنقلا: تنقل في ں. الأولى: الأولة من الثلثة في ں. بحركة: تحرك في م.
١٨ ـ فستّ: فستة في ں. احداها: احدها في بر وم.

وحكمها على ما سبق. والخمسة الباقية يلحقه منها حركة سادسة مركبة في الطول والعرض تحصل له بالرؤية في فلك البروج. فالأولى من الخمسة حركة الممثل البطيئة ـ المسمّاة بحركة الأوج ـ تحركه في الطول فقط. والثانية حركة الفلك المدير للفلك الحامل. والثالثة حركة الفلك الحامل† للتدوير الأكبر†. والخامسة حركة تدويره الأصغر المحرك لجرم الكوكب.

وأمّا حركات القمر فخمس. منها السريعة وقد تقدم شرحها. ومنها أربع تتركب منها ں ٨٣ ظ
حركة خامسة بالنسبة الينا والى فلك / البروج. أمّا الأولى من الأربع فهي حركة الجوزهر، ١٧٤ و
وهي في الطول فقط، لأنّ منطقتها في سطح البروج. والثانية حركة الفلك المائل، وهي حركة مركبة في الطول والعرض. وكذلك الثالثة والرابعة، وهما حركة الحامل وحركة المدير.

وأمّا محاور هذه الأكر التي تدور عليها وتسمّى سهاماً ⌐فهي امّا للمعدل والمشبهات به م ٩١ ظ
فهي على محور واحد مشترك لجميعها، وكذلك زمان الدورات، وامّا فلك الثوابت وجميع الممثلات في الكواكب وجوزهر القمر فعلى محور البروج، وهو مقاطع لمحور المعدّل عند مركز العالم، وقد سبق ذكر ذلك.

وأمّا محاور الأفلاك الحوامل، وهي السهام التي تخرج من مراكز الدوائر التي تسمّى بالأفلاك الحوامل أيضاً ـ وهي دوائر ترسمها مراكز أفلاك التداوير العظمى في الوسط من ثخانة أُكر الحوامل ـ فهي قائمة على هذه السطوح على زوايا قائمة. وهذه المحاور تقاطع محور البروج على غير مركز البروج لخروج مراكزها وميل مناطقها.

فأمّا محاور أفلاك التداوير الأُوَل فقائمة على سطوح أفلاكها الحاملة، ومناطقها في سطوح حواملها. وكذلك مناطق أفلاك التداوير الثواني، غير أنّها لا تتّحد المحاور فيها لعدم اتحاد المراكز.

---

٢ ـ الخمسة: الخمس في ں.

٤ ـ †. . . †: «لمركز التدوير الأكبر، وهي حركة في الطول والعرض، وكذلك حركة فلكه الحامل وتدويره الأصغر الخاص» في ں.

٥ ـ أربع: اربعة في ں.

٦ ـ الأولى: الحركة الأولة في ں. الأربع: الأربعة في ں.

٧ ـ لأنّ: لا في بر و م. حركة: حركت في م.

٨، ٩ ـ حركة الحامل وحركة المدير: حركتا العامل والمدير في ں.

١٠ ـ وأمّا: فأمّا في ں.

١١ ـ فهي على: فعلى في ں.

١٢ ـ لمحور: سقطت في م.

١٦ ـ زوايا قائمة: على هامش بر الحاشية التالية: «أعني الحوامل المائلة عن فلك البروج».

١٨ ـ فأمّا: وأمّا في ں.

١٩ ـ وكذلك: ولذلك في م.

وأمّا محاور افلاك التداوير الصغار - وهي الخاصة - فمائلة عن سطوح الحوامل بقدر الميل المسمّى بالوراب. وكذلك مناطقها التي ترسمها مراكز الكواكب بحركات هذه التداوير الصغار الخاصة بواحد واحد منها.

وأمّا جهات حركات هذه الأكر فالمغرب والمشرق. فأمّا عدّتها أمّا على هذا الرأي فيُجعل عددها ستة وخمسين كرة. †أمّا الشاملة للأرض مح†. أمّا المتحركات منها الى جهة المغرب فعشرون كرة: فمنها المعدّل والمشبهات به ح، ومن اكر عطارد ب، ومن أكر القمر ج، ومن التداوير ز؛ تدويري النيرين وخمسة من أفلاك التداوير الوسطى⌉ للكواكب ں ٨٤ و الخمسة - وهي الأفلاك الثواني الحاوية للتداوير الصغار الخاصة.

ومنها عشرون كرة شاملة للأرض متحركة الى المشرق، وهي فلك الثوابت بجميع ما فيه من الكواكب واثنا عشر من المتمّمات - وهي الممثّلات لكل واحد من الخمسة الكواكب - وللشمس اثنان اثنان وسبعة أفلاك الحوامل للكواكب السبعة. وتسعة من أفلاك تداوير الكواكب: والكبار منها أربعة - وهي المحيطة بتداوير الكواكب العلوية الأربعة - وخمسة هي أفلاك الخواص - وهي الصغار المحركة للخمسة الكواكب المتحيرة.

وأمّا أزمان عودات هذه الأكر على ⌉التقريب، أمّا عود مركز التدوير للقمر بحركة محرك م ٩٢ و حامله في الطول، فإنّها تكمل بالحركة المقدم ذكرها في سبعة وعشرين يوماً وثلث تقريباً، لأنّه ينقص عن الثلث بشيءٍ يسير. وأمّا عود مركز التدوير في العرض بالحركة المذكورة /على ما ١٧٤ ظ تقدم ذكره فيكمل في نحو من سبعة وعشرين يوماً وسدس ونصف عشر يوم. وأمّا عودة جرم القمر على محيط تدويره فإنّها تكمل في سبعة وعشرين يوماً ونصف وثلثي عشر يوم. وأمّا عودة

---

٢ - المسمّى: سقطت في ں. - بحركات: تحركات في م.

٤ - فالمغرب: بالمغرب في م. فامّا: وأمّا في ں. أمّا على: فعلى في ں.

٥ - فيجعل: الذي يجعل في ں. وخمسين: وخمسون في بر وم. †...†: على هامش بر وفي ں: «أمّا الشاملة للأرض فثمانية وأربعون».

٦ - فعشرون: فعشرين في بر وم. ح: ثمانية في ں. ب: اثنتان في ں.

٧ - ج: ثمانية في ں. ز: سبعة في ں، تدويري: تدويرا في ں.

٩ - شاملة للأرض: شامل الأرض في م.

١٠ - واثنا عشر: اثنتا عشرة في ں. وهي: من في ں.

١١، ١٢ - تداوير الكواكب: التداوير للكواكب في ں.

١٣ - المحركة: المحرك في م.

١٤ - عودات: مكرّرة في م. محرك: سقطت في ں.

١٧ - ذكره: شرحه في ں. وسدس ونصف عشر يوم: فوق السطر في بر «يج دقيقة». م تضيف «يج دقيقة» الى النص.

١٨ - تدويره: التدوير في ں.

١٧٤ ظ

جوزهر القمر فإنّها تكمل في ستة آلاف وستماية وتسعة وثمانين يوماً. وأمّا عودة أوجه ففي ربع شهر قمري وثلث يوم.

وأمّا ادوار أفلاك عطارد، فأمّا عود أوج الفلك المدير يكون في زمان مساو لزمان عودة الكواكب الثابتة وقد تقدم وصفها وهو أربعة وعشرون ألف سنة شمسية على رأي المتأخرين. وأمّا عودة مركز تدويره فإنها تكون بحركة مركبة ويكمل له العودة في البروج بعد الرد في سنة شمسية. وأمّا حركة أوج حامله فقد تقدم وصفها وهي تكمل على رأيهم في سنة شمسية أيضاً. وأمّا عودة عرضه في جهة المائل ففي سنة شمسية أيضاً وشيء يسير. وكذلك عودة ميل سطح تدويره المسمّىآ بالوراب. †وأمّا عودة عطارد في فلك تدويره الخاص فإنها تكمل في ں ٨٤ ظ
ماية وخمسة عشر يوماً ونصف وربع وثمن بالتقريب†.

وأمّا عودات أفلاك الزهرة، فأمّا عود أوجها وجوزهرها ففي مثل زمان عودة الثوابت. وأمّا عودة فلك التدوير الأعظم للزهرة ففي سنة شمسية. وأمّا عودة التدوير الأوسط لها فيفضل له بعد الردّ في كل سنة شمسية دورة. وأمّا عود مركز تدوير الزهرة فيكمل في سنة واحدة شمسية. وأمّا عودة كوكب الزهرة في فلك تدويرها الخاص فيكمل في نحو من خمسماية وثلاثة وثمانين يوماً وثلثين وربع.

وأمّا عودات أفلاك المريخ†، أمّا أوجه فزمان عوده مثل† زمان عودة الثوابت. وأمّا مركز تدويره بحركة الحامل فيكمل عوده في ستماية وستة وثمانين يوماً ونصف وثلث عشر يوم. وأمّا عودة تدويره الأعظم فيكمل في مثل زمان عودة مركز التدوير. وأمّا التدوير† الأوسط فيفضل له في مثل هذا الزمان عودة الى خلاف التوالي. وأمّا عودة الكوكب بحركة التدوير† على مركزه فيكمل في سبعماية وتسعة وسبعين يوماً ونصف وثلث وعشر يوم.

---

١ ـ آلاف: الف في ں.
٣ ـ يكون: ں تضيف: «بالممثل ففي». لزمان: ازمان في م.
٤ ـ وصفها: ں تضيف «أيضاً».
٧ ـ أيضاً: سقطت في ں. في: من في ں. ميل: على هامش ں.
٨ ـ الخاص: الخاص به في ں.
٨، ٩ ـ †...†: سقطت في م.
١٠ ـ زمان عودة: عودة زمان في ں. الثوابت: ں تضيف «وهو أربعة وعشرون الف سنة على رأي المحدثين» وفي م «هو أربعة وعشرون الف سنة».
١٢ ـ فيكمل: فيكمل له في ں.
١٣ ـ فيكمل: سقطت في ں.
١٥ ـ †...†: «أمّا زمان عودة أوجه فمثل» في ں.
١٦ ـ عوده: عود في م. وستة: وست في ں.
١٧، ١٨ ـ †...†: سقطت في م.
١٨ ـ الكوكب: المريخ في ں.

وأمّا عودات أفلاك المشتري، أمّا حركة الأوج فعلى ما تقدم ذكره. وأمّا حركة مركز
التدوير بحامله فيكمل عودته في أربعة آلاف يوم وثلثماية ⌉وأربعة وثلاثين يوماً وثلث. م ٩١ ظ
وكذلك عود التدوير الأعظم ويوافقها في الزمان التدوير الأوسط الّا انّه يخالف في الجهة
فقط. فأمّا حركة المشتري في تدويره فيكمل عودته في ثلاثماية وثمانية وتسعين يوماً ونصف
وثمن.

وأمّا عودات أفلاك زحل، فأمّا عودة مركز التدوير بحركة الحامل فإنّها تكمل في عشرة
آلاف وسبعماية وخمسين يوماً† ومج دقيقة من يوم†. وأمّا عودة التدوير/الأعظم فموافقة لها ١٧٥ و
في الزمان والجهة. وأمّا التدوير الأوسط ففي الزمان دون الجهة. ⌉وأما حركة زحل بحركة ں ٨٥ و
التدوير على نفسه فتتم عودته في ثلاثماية وثمانية وسبعين يوماً ونصف سدس يوم ولد ثانية
من يوم.

وأمّا كل واحد من الكواكب الثابتة فيتم دورته أمّا على رأي بطلميوس ففي ستة
وثلاثين الف سنة شمسية، وأمّا على رأي المتأخرين ففي أربعة وعشرين ألف سنة شمسية
والله أعلم بالصواب.

فصل: ⌉في معرفة الأبعاد والأجرام. ں ٨٥ ظ

فنقول إنّ العلم بالأبعاد ينبغي أن يُقدم على علم الاجرام. وذلك أنّ علم الاجرام لا
يوصل اليه الّا بعد معرفة الأبعاد. فلذلك يجب تقديمه.

---

١ - أمّا: فأمّا في ں. ما: سقطت في بر.
٢ - يوم: سقطت في ں.
٣ - عود: عودة في ں.
٦ - عودة: عود في م.
٦، ٧ - عشرة آلاف وسبعماية وخمسين: ١٠٧٥٠ في ں.
٧ - †...†: سقطت في ں. من يوم: سقطت في م. عودة: عود في ں.
٨ - في الزمان: مكررة في ں. والجهة: وفي الجهة في ں.
٩ - ثلاثماية وثمانية وسبعين: ٣٨٧ في ں. سدس: وسدس في بر. لد: وأربعة وثلثين في ں.
١٢ - اربعة: اربع في ں.
١٣ - والله أعلم بالصواب: سقطت في ں. بالصواب: يلي ذلك في ں «الفصل الثاني والخمسون» وقد سقط في كل من بر وم وقد اثبتناه في الملحق رقم ٦.
١٤ - فصل: الفصل الثالث والخمسون في ں. معرفة: سقطت في ں.
١٥ - ينبغي: سقطت في بر وم. انّ: انّ على في بر وم.
١٦ - الابعاد: ابعادها في ں. تقديمه: ں تضيف «الأبعاد».

وينبغي أن تعلم أن المراد من معرفة أبعاد الكواكب هو أن تعلم أبعادها جميعاً من مركز الأرض بمقياس واحد يقدّرها. وينبغي أن يكون المقياس الذي تعلم به الأبعاد مما يمكن معرفته بالمقاييس التي جرت العادة أنْ تُقاس به الأشياء عندنا. فأمّا معرفة أبعادها بمقاييس مختلفة، فذلك أمر قد فرغ منه في كتاب المجسطي.

ولمّا كان غرضنا في هذا المكان إنّما هو معرفة ابعاد الأشياء التي لا نصل الى مساحة أبعادها، ولا يمكننا الوصول الى مساقط أعمدتها، وما كان بهذه الحال، فلا سبيل الى معرفة بعده الاّ من طريق اختلاف منظره بالطرق الهندسية أو ببعض الآلات المعدّة لذلك.

والأبعاد منها ما يكون المطلوب منه ارتفاعه عن السطح الموزون الذي يخرج من مقام طالبه. وأعني بالسطح الموزون الذي يوزن بالماء أو بغيره من الآلات ليوازي سطح أفق مقام الطالب لذلك الارتفاع ـ وهو مقدار العمود النازل من النقطة المطلوب ارتفاعها على السطح المذكور.

م ٩٣ و ومنه ما يكون بالضدّ⌐ من ذلك ويسمّى بالانحطاط ـ وهو أن يكون الشيء المطلوب بعده عن السطح الموزون مما يلي مركز العالم. ومنه ما يكون المطلوب منه بُعد ما بين نقطتين في سطح مواز للأفق. ومنه ما يكون في سطح مقاطع للأفق. † ومنه ما يطلب بُعده عن مركز العالم†.

وقد ابتكرت في هذا المعنى رسالة لم أسبق اليها أودعتها رسالتي التي صنفتها في الكرة الكاملة التي اخترعت لها ما كملت به الكرة على ما وضعته. ولم أسبق اليه أيضاً.

وبالجملة فكل بُعد لا يمكن أو يتعذر الوصول الى مسقط عموده المسمّى مسقط حجره، فإنّ كان له اختلاف منظر أمكن معرفة بُعده على التحقيق اللّهم الاّ ما يلحق الانسان في عدم

---

١ ـ جميعاً: جميعها في ى.
٣ ـ به: بها في ى وم. فأمّا: وامّا في ى.
٤ ـ مختلفة: مختلة في م.
٥ ـ لا نصل: لا نقدر على الوصول في ى، انفصل في م.
٦ ـ يمكننا: أيضاً في ى. بهذه: بها في ب وم.
٩ ـ الموزون: الوزون في م. ليوازي: ليكون في ب وم.
١٠ ـ مقدار: المقدار في م.
١٣ ـ منه: سقطت في ب وم.
١٤ ـ للافق: الأفق في م.
١٤، ١٥ ـ †...†: سقطت في ى.
١٦ ـ اودعتها: وأودعتها في ى.
١٧ ـ وضعته: «وصفته ثم» في ى. اليه: اليها في ب.
١٩ ـ في: من في ى.

التحرير في العمل عند اخراجه الى الفعل. واختلاف المنظر أن يُرى الشيء من موضعين، ويُرى ارتفاعه من أحدهما مغايراً لما يُرى من الموضع الآخر. فقدر ذلك التفاوت الموجود بينهما يسمّى/ اختلاف المنظر. آوقد †يحصل اختلاف المنظر ايضاً† من قبل أنّ الشيء قد علم أنّه في موضع مّا بطريق علميّ فيرى بالبصر في غير موضعه المعلوم الأوّل. فالتفاوت بين هذين الموضعين يسمّى اختلاف المنظر. ١٧٥ ظ - ب ٨٦ و

وقد يوصل الى معرفة ارتفاع الأشياء المرتفعة عن مركز الأرض بطريق من طرق العلم متى قدرنا على تحصيل اختلاف منظرها في الارتفاع عن سطح الأفق. واختلاف †المنظر في الارتفاع عن سطح الأفق† قوس من دائرة عظيمة سمتية في كرة البروج تنفصل فيما بين طرفي خطين مستقيمين يخرجان من موضعين مختلفين من سطح تلك الدائرة فيتقاطعان عند† النقطة المطلوب ارتفاعها من† الشيء المطلوب ارتفاعه، وينفذان الى محيط الدائرة فيفصلان منها فيما بينهما قوساً تسمّى هذه القوس اختلاف المنظر للنقطة المذكورة - وهي مقدار† التفاوت بين† الموضعين.

والأشياء التي يطلب معرفة ارتفاعها تنقسم الى ما يمكننا الوصول الى مسقط عموده، ومنها ما ليس يمكننا الوصول اليه. فأمّا الأشياء التي نصل الى مساقط أعمدتها فمن الطرق المؤدّية الى معرفة ارتفاعها بالآلة أن يؤخذ لها ارتفاع يكون خمسة وأربعين. وذلك بأن تأخذ ارتفاعه كما يؤخذ ارتفاع الكوكب. فإن وجدناه أقلّ من مه تقربنا اليه وان وجدناه أكثر تأخرنا عنه الى أن نراه ˥بارتفاع مه. ونُعَلّم موضع اقدامنا ونقيس ما بين هذه العلامة في السطح الموزون وبين مسقط عمود النقطة المطلوب ارتفاعها. فما وجدنا من البعد بين اقدامنا وعمود النقطة زدنا عليه طول القامة - أعني ارتفاع مركز الآلة عن الأفق حالة أخذ الارتفاع بها - فما حصل فهو ارتفاع النقطة المطلوبة. م ٩٣ ظ

---

١ - من: أن في م.

٢ - ويرى: فيرى في ب. مغايراً: مغاير في جميع النسخ. فقدر: وقدر في ب.

٣ - †...†: «يكون» في ب.

٤ - فيرى: ويرى في ب.

٥ - الموضعين: موضعين في م. يسمّى: أيضاً يسمّى في ب.

٦ - الى معرفة: مكررة في م. مركز الأرض: «سطح الأفق من غير أن يقاس ارتفاعها لكن» في ب.

٧ - عن سطح الأفق: سقطت في ب.

٧، ٨ - †...†: «منظر ارتفاع الشيء» في ب.

٨ - سمتية: سقطت في ب، شمسية في م. البروج: السماء العليا في ب.

٩، ١٠ - †...†: «أعلى نقطة في» في ب.

١٠ - منها: سقطت في ب.

١١ - †...†: «تفاوت النظر اليها من كلي» في ب.

٢٠ - بها: فيها في م.

وأمّا الأشياء التي لا نصل الى مساقط أعمدتها كالجبال والقلاع التي على التلال وكالسحاب، فمن الطرق المؤدّية الى معرفة† بعد مساقط أعمدتها من مقام الراصد، ومعرفة† ارتفاعها بالآلات المستخرج عليها الظل، أن نقصد أن نأخذ لها ارتفاعاً ما يكون طرف العضادة المقابل لأجزاء الارتفاع واقعاً على آخر جزء من أجزاء الظل. وذلك يحصل بالتقدم نحو الشيء والتأخر عنه. فاذا حصل لنا ذلك حفظنا ذلك الارتفاع وأجزاء ظله من أي نوع كان وعلّمنا آ موضع أقدامنا. ثم نتقدم نحو ذلك الشيء أيضاً أو نتأخر على السطح الموزون ن ٨٦ ظ الى أن يزيد ارتفاعه أو ينقص من أجزاء الظل جزءاً واحداً. فنعلّم موضع أقدامنا ونذرع ما بين هذه العلامة وبين العلامة الأولى - وهي المقام الأول - فما بلغ ضربناه في عدد أجزاء الظل المحفوظة أولاً. فما خرج فهو بُعد عمود النقطة المطلوبة عن بصرنا / في المقام الأول. † وإن ١٧٦ و ضربنا عدد† الأذرع التي فيما بين المقام الأول والمقام الثاني في عدد الأقسام التي قد قسم بها مقياس ذلك الظل؛ فإن كان مثلاً أقداماً وكانت القسمة على سبعة ضربنا تلك الأذرع المحفوظة في سبعة، وإن كان الظل أصابع كان الضرب في اثني عشر، وبالجملة كيف كان، فما حصل نزيد عليه طول القامة، فما بلغ كان هو ارتفاع النقطة المطلوبة بالذرع المقيس به ما بين المقامين. وإن ربّعنا بعد العمود وارتفاع النقطة المأخوذة أولاً، وجمعنا المربعين، وأخذنا جذر المجتمع كان هو بعد النقطة من البصر في المقام الأول.

وهذا الأمر إنّما يسهل تناوله في الأشياء التي ليست بمفرطة الارتفاع؛ فلذلك يوصل الى اختلاف منظر ارتفاعها بالتقدّم والتأخّر بسهولة.

وقد يعرف ارتفاع هذه الأشياء من طريق هندسي. وذلك بأن نقيم ا على بسيط الأفق م ٩٤ و مسطرة على زوايا قائمة. ولتكن أطول من القامة بشيء صالح. ثم نبعد عنها على الخط

---

٢ - †...†: سقطت في ن.
٣ - ارتفاعاً: ارتفاعها في م.
٤ - لأجزاء: الأجزاء في م.
٦ - أيضاً: سقطت في ن.
٧ - جزءاً واحداً: جزء واحد في ن، جزءاً واحد في م.
٨ - الأولى: الأولة في ن.
٩ - بعد: «بعد مسقط» في ن. عن: من في ن.
٩، ١٠ - †...†: «فنحفظه. ثم نضرب» في ن.
١٠ - عدد[1]: عد في م. قسم بها: قسمت اليها في ن.
١٢ - المحفوظة: المخطوطة في م.
١٣ - حصل: بلغ في ن. ارتفاع: على هامش ن. بالذرع: بالذراع في ن.
١٤ - بعد: «بعد سقط» في ن. المأخوذة أولاً: سقطت في ن.
١٧ - منظر: سقطت في ن.
١٨ - يعرف: غير مقروءة في ن. نقيم: سقطت في بر وم.
١٩ - من القامة: سقطت في بر وم.

المستقيم الذي يصل بين أسفلها ومسقط عمود النقطة المطلوب ارتفاعها الى أن تصير تلك النقطة ورأس المسطرة والبصر على خط مستقيم. ثم نعلّم موضع قدمنا ونقيس ما بينه وبين أسفل المسطرة ونحفظه، †ونسمّيه البعد الأول†. وننقل المسطرة الى موضع قدمنا، فننصبها فيه كما كانت. ثم نتأخر عنها على الخط المذكور الى أن نرى النقطة ورأس المسطرة والبصر على خط مستقيم، ونعلّم موضع قدمنا أيضاً. ونقيس ما بينه وبين المسطرة ثانياً ونحفظه ونسميه البعد الثاني. فإن وجدناه قد زاد على بعد المسطرة من المقام الأول اكتفينا به، وإلاّ فنستعمل مسطرة أطول من الأولى الى أن يحصل التفاوت بين البعدين محسوساً. فإذا حصل ں ٨٧ و
التفاوت حفظناه. ثم نعمد الى البعد الأول فنضربه في البعد الثاني ونقسم الحاصل على ما حفظناه من فضل البعد الثاني على الأول. فما حصل فهو بعد مسقط العمود من المقام الأول. فما كان ضربناه في فضل المسطرة على القامة، فما خرج† قسمناه على بعد المقام الأول المحفوظ†. فما حصل زدنا عليه طول القامة. فما كان فهو ارتفاع الشيء المطلوب ارتفاعه.

واذا ربّعنا بُعد مسقط العمود وارتفاع النقطة المأخوذة أوّلاً، وأخذنا جذر المجتمع من مربعهما حصل لنا بُعد النقطة المطلوبة من البصر في المقام الأول.

وهذه الطرق المذكورة يحتاج فيها الى أن يكون البسيط الذي فيه يؤخذ† كل واحد من الارتفاعين سطحاً واحداً مستوياً موازياً† للأفق المطلوب ارتفاع النقطة عنه وأن تكون النقطة المطلوب ارتفاعها ومسقط عمودها وأسفل المسطرة ورأسها أو مركز الآلة، جميع هذه النقط، في سطح / دائرة الارتفاع القائمة على الأفق على زوايا قائمة. ١٧٦ ظ

---

١ - الذي: الذ في م. عمود النقطة: العمود للنقطة في ں. المطلوب ارتفاعها: المطلوبة الارتفاع في ں، المطلوبة ارتفاعها في م.

٣ - أسفل: سقطت في ں، سفل في بر وم. †...†: سقطت في ں، قدمنا: اقدامنا في ں. فننصبها: فتنطبها في م.

٦ - ونسمّيه البعد الثاني: سقطت في ں. وجدناه: وجدنا في م. وإلاّ: الا في م.

٧ - الأولى: الأولة في ں، الأول في بر وم.

٨ - فنضربه: فنطر به في م.

٩ - حفظناه: حفظنا في م. الأول: الثاني للمسطرة في ں، والمقصود في بر وم هو مقام الرجلين الذي هو مقام المسطرة الثاني.

١٠ - الأول: الثاني في ں. †...†: على هامش بر الحاشية: «صوابه قسمناه على البعد الأول المحفوظ».

١٢ - العمود: على هامش ں. المأخوذة أولاً: سقطت في ں.

١٣ - المطلوبة: ذات الارتفاع في ں. في: من في ں.

١٤ - الطرق: الطريق في ں. يؤخذ: يوجد في م.

١٤، ١٥ - †...†: «الارتفاعان بسيط واحد مستو موازٍ» في ں.

١٥ - للافق: الأفق في م. وان: ويجب أن في ں، النقطة: الطفه في م.

١٦ - المطلوب ارتفاعها: المطلوبة الارتفاع في ں. أو: و في ں.

١٧ - على الأفق: سقطت في بر.

١٧٦ ظ

وربّما تعذّر وجود بعض هذه الأشياء فلا يكون ما حصل من ارتفاع ذلك الشيء موثـوقاً به. وأمّا الطريق التي اخترعتها وذكرتها في رسالة الكرة الكاملة فهي أنّا نأخذ للنقطة المطلوب ارتفاعها ارتفاعين على الخط المارّ بسمت الرأس وليكن احدهما أعلى من الآخـر: ونحفظ بعد ما بين موضعي مركـز الآلة حـالتي أخذ الارتفـاعين بهـا. وهذان الارتفـاعان يمكننـا أخذهمـا (م ٩٤ ظ) ⌉بواسطة جدار مرتفـع أو بنصب خشبة عـاليه والصعـود الى اعلاهـا بسُلّم وبارسـال شاقـول بخيط من اعلاها الى بسيط الأفق، وجعل مركز الآلة حالة أخـذ الارتفاعـين ملاصقـاً للخيط المرسل. ونقيس ما بين موضعي مركـز الآلة بـالذراع أو بمـا شئنا آ (ں ٨٧ ظ) من مقيـاس غيره، ونحفظ ذلك ونسمّيه اجزاء المسطرة، ونحفظ اجـزاء الارتفاعـين. فإن اختلفـا كانت زيـادة الارتفاع الأسفل الأول على الارتفاع العالي وهو الثاني هي اختلاف منظره. فإذا وجدنـا ذلك أضعفنـا هذا الاختلاف ـ أعني فضل الارتفاع الأول على الثاني ـ ونأخذ وتر قوسه المضعفة من جـدول الأوتار فنحفظه. ثم نضعف الارتفاع الثاني ونزيد على مضعفه مـاية وثـمانين، ونـدخل بـه في جدول القسي ونأخذ وتره ونضرب هذا الوتـر في أجزاء المسـطرة، ونقسم الخارج من الضرب على ما كنّا أخذناه من وتر الاختلاف المضعّف. فما حصل فهو بعد النقطة المـطلوب ارتفاعهـا من البصر حالة أخذ الارتفاع الأول. ثم نعمد الى الارتفاع الأول فنضعفه ونأخذ وتر مضعفه من الجدول ونضرب هذا الوتر في بُعد النقطة من البصر الـذي استخرجنـاه بأجـزاء المسطرة. ونقسم ما خرج من هذا الضرب على ماية وعشرين. فما حصل فهـو ارتفاع النقـطة المطلوبـة عن السطح الذي فيه البصر الموازي للأفق. فنزيد عليه طول القامة ـ أعني ما بين مركز الآلة والأفق حالة أخذ الارتفاع الأول ـ فيكون هو ارتفاع تلك النقطة عن الأفق. وذلك ما أردنا.

---

١ ـ هذه: سقطت في ں.
٢ ـ أنّا: اننا في ں.
٢، ٣ المطلوب ارتفاعها: المطلوبة الارتفاع في ں.
٤ ـ ما بين: سقطت في ں. هذان الارتفاعان: هذين الارتفاعين في ں.
٧ ـ ونقيس: «أو معلقة فيه وقياس» في ں. غيره: غير في م.
٩ ـ فاذا: واذا في ں.
١٠ ـ ونأخذ: وتأثر في م.
١٢ ـ ونضرب: ونصرف في ں.
١٣ ـ كنّا ـ على هامش ں.
١٤ ـ مضعفه: ضعفه في ں.
١٥ ـ بعد: البعد في م. باجزاء المسطرة: سقطت في ں.
١٦ ـ المطلوبة: المطلوب في ں.
١٧ ـ للافق: الأفق في م.
١٨ ـ أردنا: بعد هذه الكلمة يختلف ترتيب النص في ں عن نص بر و م اذ يرد باقي النص الوارد هنـا في ورقة ں ٩٢ و.

آ واذا قصدنا أمراً نخشى فيه الطعن ممن لا يكون عالماً بطريق استخراج الأبعاد ى ٩٢ و والاجرام، فلنقدم مقدمات تتضح بها صحة الطريق المسلوكة فيما قصدنا تبيينه من أبعاد الكواكب وأجرامها.

المقدمة الأولى: في معرفة ردّ ما في المقادير من أمثال مقياس ما الى ما فيها من الأمثال بمقياس آخر يخالف الأول.

فنقول: كل مقدارين مختلفين† مشتركين يقدرهما مقياس ما، وكان أحد هذين المقدارين المذكورين معلوماً عندنا بمقياس ثان†، وأردنا معرفة ما في المقدار الآخر من عدة أمثال المقياس الثاني الذي قدر القدر الأوّل وحده، فيسمّى أحد المقدارين - وهو الذي قدّره كل واحد من المقياسين - ⌐ المقدار الأول، والآخر الثاني؛ ويسمّى المقياس الذي قدر ١٧٧ و - م ٩٥ و المقدارين المقياس الأول، †والذي قدّر أحدهما المقياس الثاني†. فمما يعلم من كتاب الأصول أنّ †كل مقدار يقدّر أحد المقدارين المشتركين فإنّه يقدّر الآخر - وأعني بتقديره الآخر انه امّا أن يقدره بنفسه وامّا بجزء من أجزائه، لأنهما يكونان مشتركين بالضرورة - فلهما مقدار يقدرهما. وذلك هو الجزء المشار اليه. فلذلك تكون† نسبة ما في القدر الأول من أمثال المقياس الأول الى ما في القدر الثاني من أمثاله† كنسبة ما في المقدار الأول من أمثال المقياس الثاني الى ما في القدر الثاني من أمثاله† أيضاً. فإذا ضربنا ما في القدر الثاني من أمثال المقياس الأول في عدد ما في القدر الأول من أمثال المقياس† الثاني، وقسمنا الحاصل على عدة ما في القدر الأول من أمثال المقياس† الأول، كان ما يخرج هو ما في القدر الثاني من أمثال المقياس الثاني. [انظر الشكل رقم (١٤)].

---

١ - قصدنا: قد سلكنا في ى. استخراج: الاستخراج في ب و م. الابعاد: الاقطار في ى.

٢ - فلنقدم: فنقدم في ى.

٣ - واجرامها: والاجرام على هامش ب، واقطارها في ى.

٤ - في معرفة: من معرفة في م. ما في: ما من في م.

٥ - يخالف: مخالف في ب و م.

٦ - يقدرهما: يقدرها في ب، ما: سقطت في م.

٦، ٧ - †...†: ى: «يقدرهما مقدار مشترك لهما، وكان مقداراً (كذا) ثانياً مخالف (كذا) للأول يقدر احد المقدارين المذكورين».

٧ - المذكورين: على هامش ب. الآخر: ى تضيف: «من المقدارين المعدودين بالمقدار الأول».

٨ - قدّره: فوق السطر في م.

٩ - المقياسين: المقاييس في ب، القياسين في م.

١٠ - †...†: سقطت في ى.

١١، ١٣ - †...†: سقطت في ى.

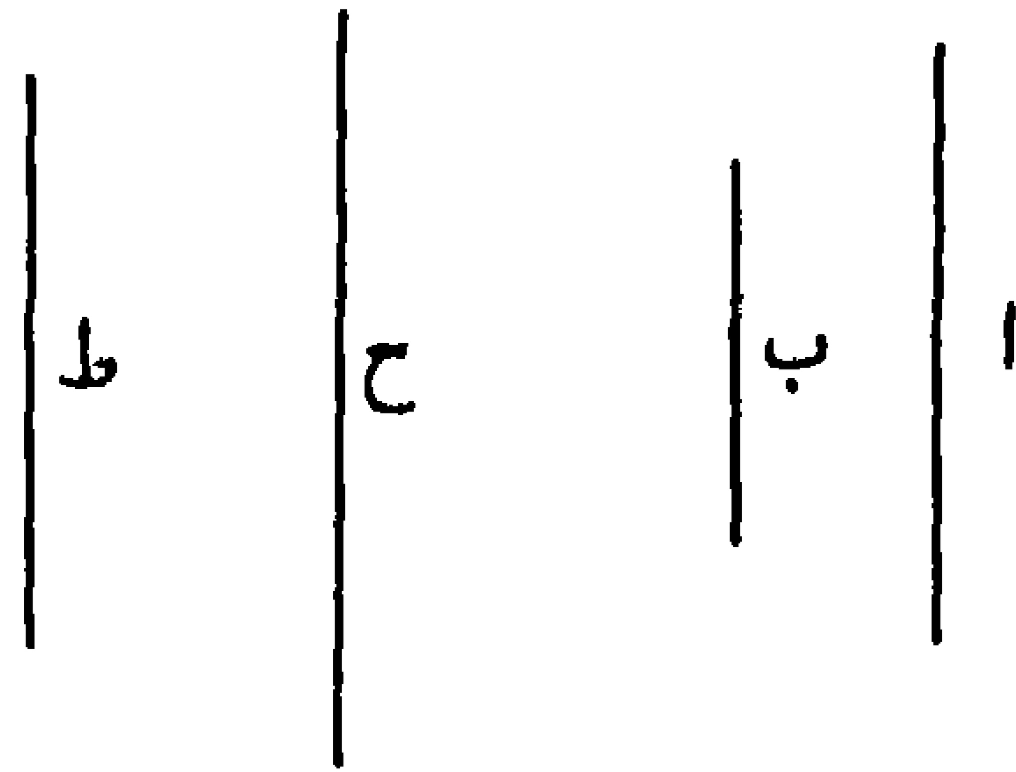
١٤ - المقياس الأول: المقياس الثاني في م، ى تضيف «المشترك».

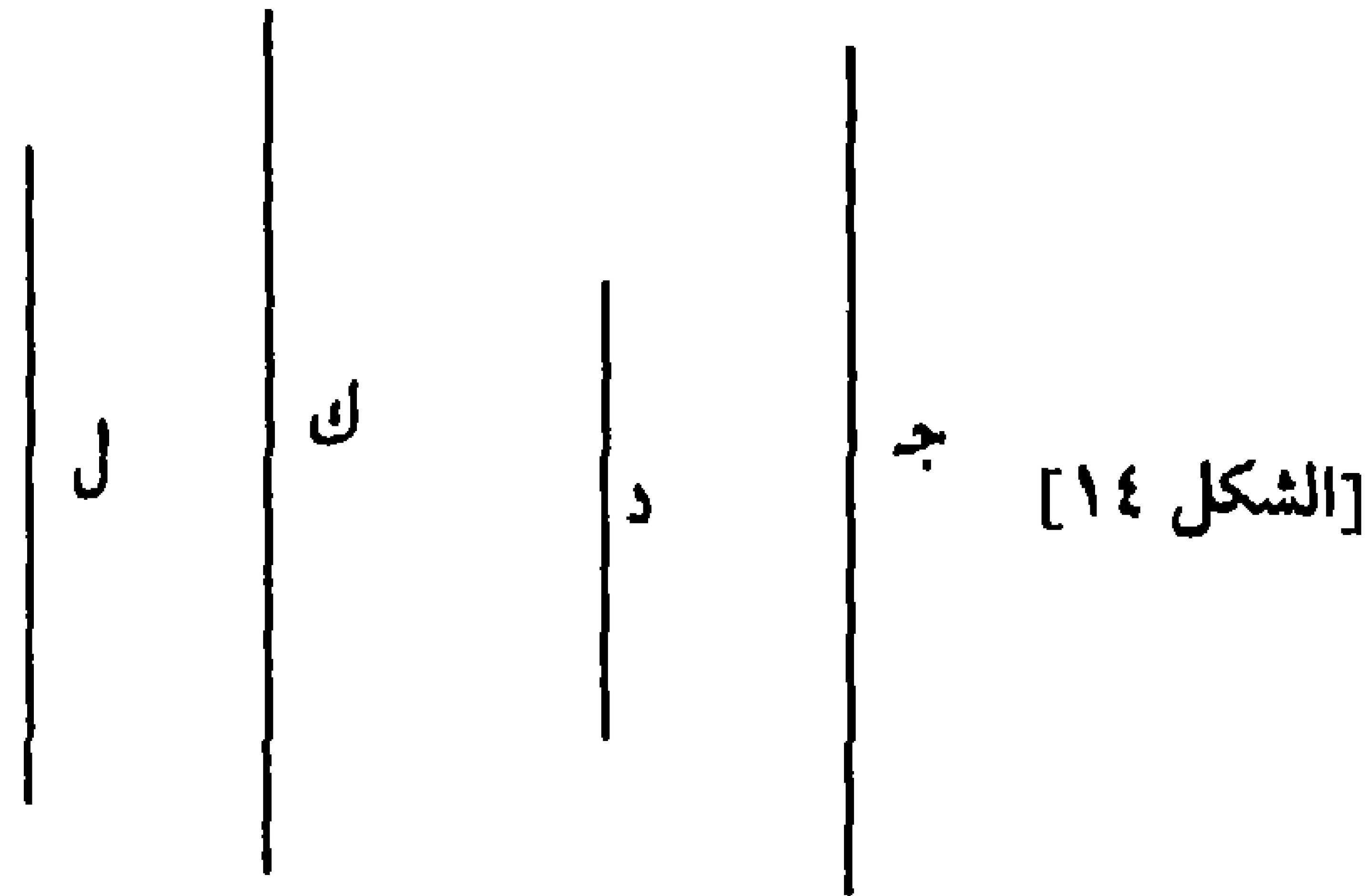
١٤، ١٥ - †...†: سقطت في م.

١٦، ١٧ - †...†: سقطت في م.

١٧ - ما في: ما مكررة في ى.

١٧٧ و





[الشكل ١٤]

برهانه: ليكن مقدارا آ ، ب المشتركين يقدّرهما مقدار ج . وليكن مقدار د يقدّر آ ، فهو يقدّر ب امّا بجملته وامّا بجزء منه. وذلك أنّ د يقدّر آ ، فهو يشاركه، وآ يشارك ب ، فد يشارك ب فإن عدّه والّا كان لهما مقدار مشترك يعدّهما ـ †والبرهان من ج من ي الأصول† ـ ويكون جزءاً من د بالضرورة. ں٩٢ ظ

واذا كان ذلك كذلك فنضع على أن الجزء العادّ هو مقياس د . وليكن مقدار ج يقدّر مقدار آ بآحاد عدد ح ، ويقدّر مقدار ب بآحاد ط . فنسبة آ إلى ب كنسبة ح الى ط ـ † بح من ز من الأصول†. ولأنّ د يقدّر آ فليعدّه بآحاد ك ، ويقدّر ب فليُقدره بآحاد ل . فنسبة مقدار آ الى مقدار ب كنسبة عدد ك الى عدد ل ـ

١ ـ مقداراً: مقداري في بں و م ، والرسوم المرفقة بهذه المقدمات ساقطة في بں.
٣ ـ فإن: اقرأ إن
٣، ٤ ـ †...†: «وهذا البرهان هو على الثاني أيضاً» في ں.
٤ ـ ويكون: ں تضيف «المقدر». جزءاً: جزء في بں و م .
٥ ـ واذا: فاذا في ں. ذلك: سقطت في بں و م . على: سقطت في ں.
٧ ـ †...†: سقطت في ں.
٨ ـ ب : مقدار ب في ں. فليقدره: فليقدر في بں و م .

† بح من ز †. وقد كانت نسبة ا الى ب كنسبة عدد ح الى عـدد ط ، فنسبة ح إلى ط كنسبة كـ الى ل . فضرب عدد ط ـ وهو ما في القدر الثاني من أمثال المقياس الأول ـ في عـدد كـ ـ وهو مـا في القدر الأول من أمثـال المقياس† الثـاني ـ مثل ضرب عـدد ح ـ وهو ما في القدر الأول من أمثال المقياس† الأول ـ في عدد ل ـ وهو ما في القـدر الثاني من أمثال المقياس الثاني. ويجب أن تعلم أنَّ قولنا أمثال تَجَـوُّزٌ لأنّه قـد يكون أمثـالاً تامـة وقد يكون مع الأمثال كسور تزيد على الأمثال التامّة إمّا في التقدير بأحد المقياسين أو كليهما. لكنَّ ذلك لا يضرّ لأنَّ البرهان يعمّها جميعاً.

وهذه الطريق ـ أعني الردّ ـ وهي معرفة المقدار بمقياس⌐ من جهة معرفته بمقياس آخر، عليها يعمل بطلميوس في عامة كتاب المجسطي. م ٩٥ ظ

مقـدمة ثـانية: ا في تبيـين أن نسبة بعـد الكوكب الى بعـد الشمس كيف كان / وضعـه منها، كنسبة ما يستره من قطر الشمس الى قطر الكوكب. وأنا اسمّي مـا يستره الكـوكب من قطر الشمس حصّة الكوكب ـ أعني بذلك حصّة قطره من قطرها. ں ٩٣ و ـ ١٧٧ ظ

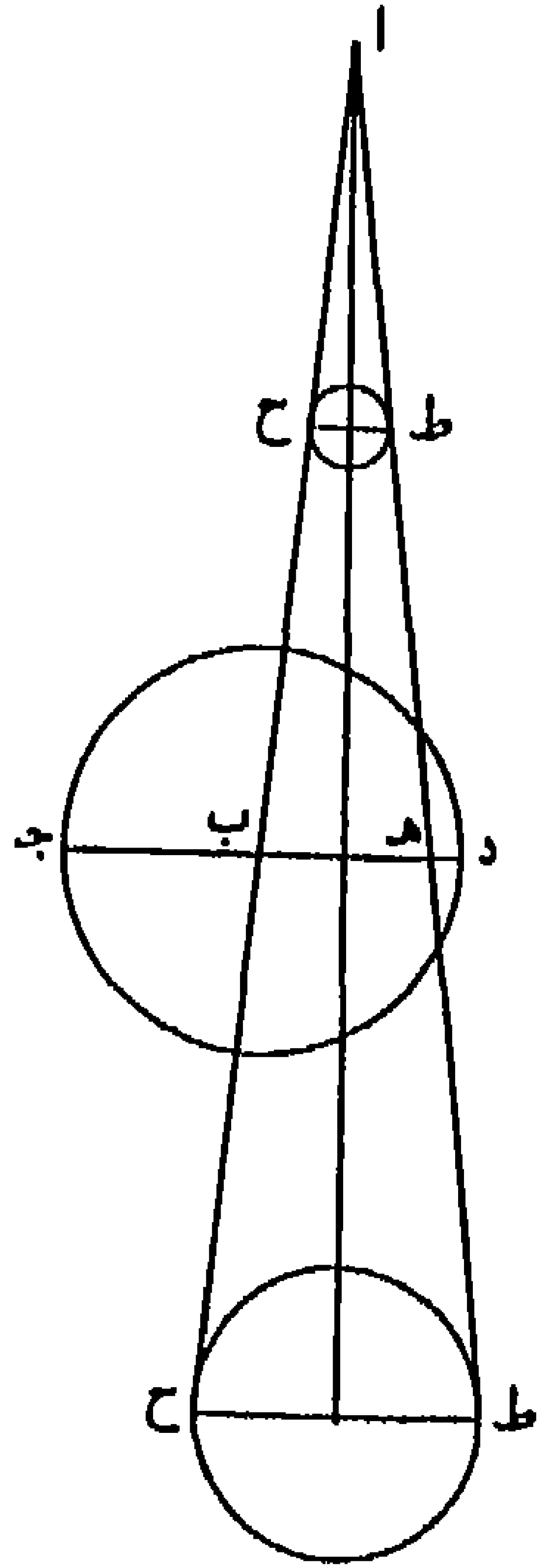
مثال ذلك [انـظر الشكل رقم (١٥)] ليكن مـركز الـبروج نقطة ا ، وجـرم الشمس جد ، وجرم الكـوكب ـ أين كان وضعـه منها ـ ح ط . وليكن مـركز الشمس نقـطة ب ، وقطرها جد ، وقطر الكوكب ح ط . وليخرج من ا خطّان مستقيان يحيـطان بالكـوكب في الوقت الذي كان يُرصـد فيه قـطرُه. ويفصلان من قـطر الشمس خط به المسـاوي لقطر الكوكب في الرؤية. فـ به هي حصّة الكوكب من قطر الشمس.

فلأن الدوائر التي† في سطح البروج† ومركزها مـركز الـبروج تكون متـوازية، فلذلـك

---

١ ـ †. . . †: سقطت في ں. ز : اي سابعة الأصول.
٢ ـ وهو: هو في بں.
٣، ٤ ـ †. . . †: سقطت في م.
٧ ـ يعمها: يعمهيا في ں.
٨ ـ المقدار: على هامش ں.
١٠ ـ في: سقطت في بں وم. الكوكب. . . الشمس: الشمس. . . الكوكب في ں.
١١ ـ يستره¹: أو تره في ں. يستره²: يوتره في ں، فوق السطر في بں.
١٥ ـ من: من نقطة في ں.
١٨ ـ †. . . †: سقطت في ں.

١٧٧ ظ



[الشكل ١٥]

تكون القسي منها التي توترها أقطار الكواكب متوازية، وكذلك تكون الأوتار. فخطوط طح به طح متوازية. †هذا اذا كانت في سطح البروج. واذا لم تكن في سطح البروج حالة قياس قطره، توهمنا على مركز البروج، وفي سطحه دائرة يساوي قطرها قطر الدائرة التي علم قطر الكوكب منها، ويفصل من هذه الدائرة قوساً مساوية للقوس التي أوترها قطر الكوكب في الأولى، فيلزم ما ذكرنا†.

فنسبة خط اب الى خط به كنسبة خط اح الى حط. فضرب اب في طح كضرب به في اح. لكن اب هو بعد الشمس وهو معلوم. وبه -

---

١ - وكذلك: ولذلك في م.
٢ - كانت: كان في م. البروج: سقطت في م.
٢، ٥ - †...†: سقطت في ب.
٣ - قطره: نطره في ب و م. سطحه: سطح في ب و م وصحح لتستقيم الجملة.
٤ - من: في في م.
٦ - اح: على هامش ب.

حصة الكوكب ـ تكون معلومة بالرصد. و ا ح ـ بعد الكوكب ـ معلوم. †فيصير† ط ح معلوماً† بما به أقدار ا ب ، ب ه ، ا ح معلومة. ولمّا كانت حصّة الكوكب إنّما علمت بما به قطر† الشمس واحداً، وبعد الشمس بما به قطرها واحداً يكون ماية وعشرة، لأنّا اذا قسمنا بعد الشمس الوسط الذي بُيّن انه ١٢١٠ بما به نصف قطر الأرض واحداً ـ وبهذا المقياس يكون قطر الشمس احد عشر ـ فاذا قسمنا بعدها على أحد عشر خرج قي .

ولمّا كنا نريد علم أقطار النجوم بما به قطر الأرض واحداً، †فلذلك نصفنا أبعادها التي
علمت بما به نصف قطر الأرض واحداً†. فتكون نسبة بعد الشمس الوسط بما به قطرها
واحداً الذي هو ق ے ، †وبما به قطر الأرض واحداً ستماية وخمسة، † الى حصة م ٩٦ و
الكوكب† منها كنسبة بعد الكوكب بما به قطر الشمس واحداً الى قطر الكوكب. فإذا ضربنا ب ٩٣ ظ
بعد الكوكب† في حصّته من الشمس وقسمنا الحاصل على بعد الشمس كان الخارج من
القسمة هو قطر الكوكب المطلوب بما به قطر الشمس واحداً. وسواءٌ، في هذا الأمر خاصة،
إن ضربت /بعد الكوكب المطلوب قطره في الحصّة التي هي جزء من قطر الشمس، أو ١٧٨ و
قسمت بعده على مخرج جزئه منها، † فإنّ الخارج من القسمة أو الضرب شيءٌ واحدٌ† لأنّ
الكواكب كلها الاّ القمر أصغر في الرؤية من الشمس، فهي توتر من قطر الشمس جزءاً منه.
وضرب الصحاح في الكسر مثل قسمتها على مخرج ذلك الكسر. واذا قسمنا الخارج المحفوظ
على بعد الشمس، وهو ق ے ، خرج لنا مقدار قطر الكوكب بما به قطر الشمس واحداً.
وذلك ما أردنا.

---

١ ـ †. . . †: سقطت في ب.
٢، ٣ ـ †. . . †: سقطت في م.
٣ ـ يكون: مكررة في م.
٣، ٤، ٧، ٨ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ.
٦ ـ علم: نعلم في ب.
٦، ٧ ـ †. . . †: سقطت في ب.
٧ ـ الوسط: سقطت في ب.
٨ ـ ق ي : ١١٠ في ب. †. . . †: سقطت في ب؛
٩، ١٠ ـ †. . . †: سقطت في م.
٩، ١١ ـ واحداً: واحد في ب و م.
٩، ١١ ـ الشمس: الأرض في ب.
١٠ ـ في: من في م.
١٢ ـ إن ضربت: ان ضرب في ب، «الخارج من» في ب.
١٣ ـ جزئه: جزؤه في ب، جره في م. †. . . †: سقطت في ب. واحد: سقطت في م، لأن: ولأن في م.
١٥ ـ المحفوظ: غير مقروءة في ب، «من ضرب بعد الكوكب في حصته» في ب.
١٦ ـ الشمس٢: الأرض في ب. واحداً: واحد في جميع النسخ.

ولو قسمنا بعد الكوكب المعلوم، بما به قطر الأرض واحداً، †على قطر الشمس بما به قطر الأرض وحداً†، كما فعلنا في بعدها لكان ما يخرج لنا هو بعد الكوكب بما به قطر الأرض واحداً.

وينبغي أن تعلم أنَّ كل أربعة مقادير متناسبة يكون الأول منها والثاني منقسمين بمقياس مّا، ويكون الثالث منقسماً بمقياس غيره، فضرب عدد ما في المقدار الثاني بالمقياس الأول في عدد ما في المقدار الثالث بالمقياس الثاني وقسمة الخارج على عدد ما في القدر الأول بالمقياس الأول فإنَّ الخارج يكون هو عدد ما في المقدار الرابع بالمقياس الثاني الذي قاس المقدار الثالث المقارن في النسبة للرابع. ˥لأنَّا اذا ضربنا الثاني في الثالث كان الخارج مسطحاً يحيط به الثاني ں ٩٤ و
والثالث، ويكون أحد ضلعيه مقيساً بالمقياس الأول، والضلع الآخر مقيساً بالمقياس الثاني. وكذلك يكون حال السطح المساوي له ـ أعني الذي يكون من ضرب الأول في الرابع. واذا قسمت كمية سطح على أحد ضلعيه خرج الضلع الآخر بالضرورة.

وقد نلخص من هذا المعنى انَّا متى علمنا بُعد الكوكب، وحصته، وبعد الشمس، وقطرها، وضربنا بعد الكوكب في حصّته أو قسمنا بعده على مخرج الحصة، ثم قسمنا الخارج على بُعد الشمس حصل لنا قطر الكوكب بالمقدار الذي† به كنّا عرفنا† بعد الكوكب.

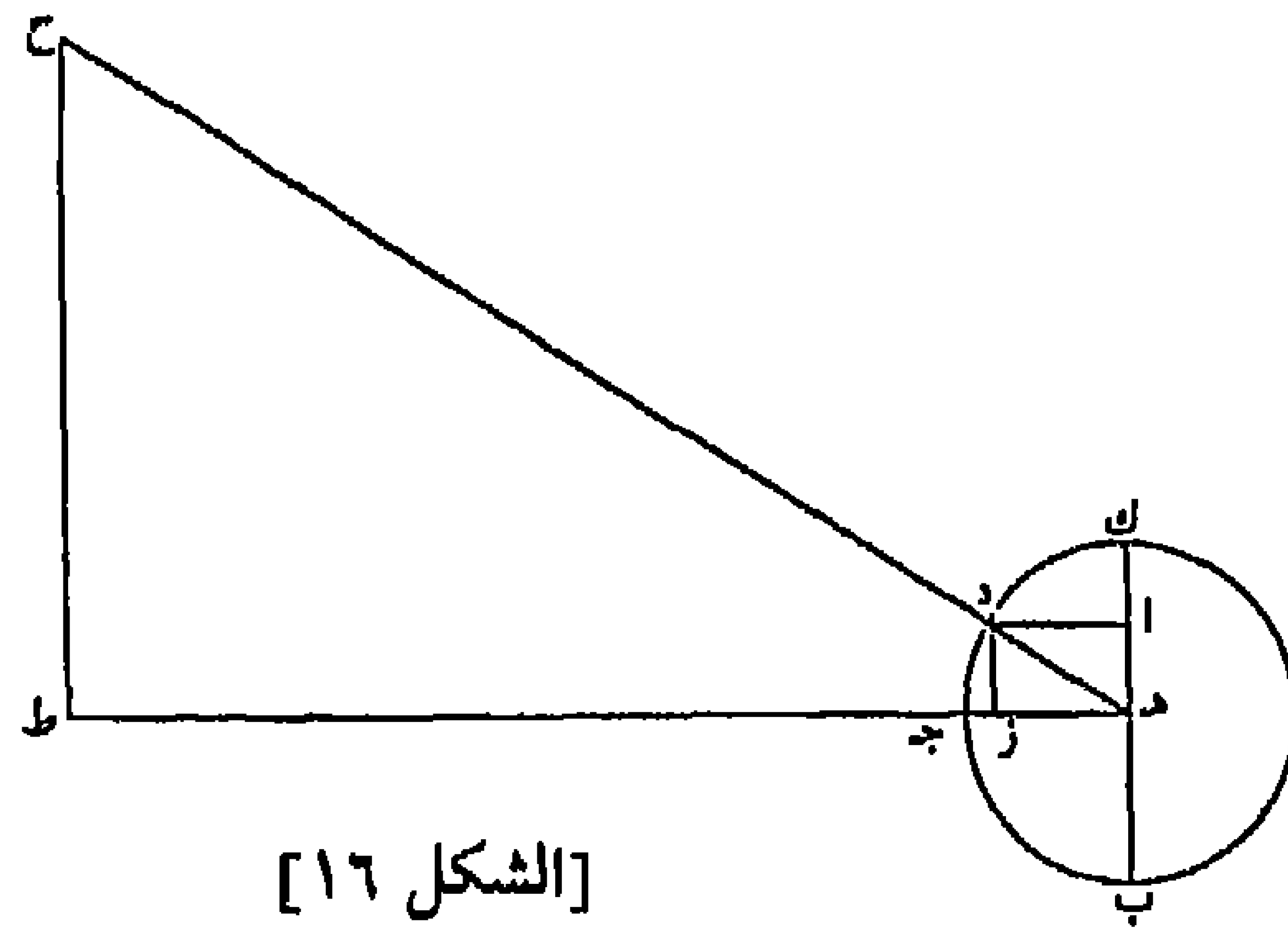
مقدمات ˥لمعرفة ارتفاع الأشياء التي ليست بمفرطة البعد. م ٩٦ ظ

وينبغي أن تعلم أنَّ ارتفاع الشيء هو العمود النازل من أعلى نقطة في ذلك الشيء على سطح الأفق. فأمّا الأشياء التي يوصل الى مساقط أعمدتها †فقد يعلم ارتفاعها† من ارتفاع خمسة وأربعين خاصة، إذ كان ما بين مركز الآلة من الخط الموازي للأفق وبين تقاطع

١، ٢ ـ بما به قطر الأرض واحداً: بنصف قطر الأرض في ں.
١، ٢، ٣ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ.
١، ٢ ـ †...†: سقطت في بر.
٢، ٣ ـ بما به قطر الأرض واحداً: سقطت في ں.
٢ ـ هو: من في بر و م. الأرض: الشمس في ں.
٤ ـ منقسمين: معلومين في ں.
٥ ـ منقسماً: معلوم في ں. غيره: آخر غيره في ں. فضرب: فإن ضرب في ں.
٦ ـ المقدار: القدر في ں. وقسمة: وقسم في بر و م.
٩ ـ ويكون: فيكون في ں.
١٠ ـ الرابع: الربع في م.
١١ ـ كمية سطح: سطحاً في ں.
١٢ ـ نلخص: لخص في م. الكوكب: الكواكب في م.
١٤ ـ †...†: «كنا عرفنا به» في ں.
١٥ ـ الأشياء: الشيء في بر.
١٧ ـ †...†: : «وهي التي تعلم» في ں،
١٨ ـ خمسة واربعين: مه في ں. اذ كان: فان في ں، للافق: الافق في م.

هذا الخط مع عمود الشيء المطلوب ارتفاعه مساو لما يفصله هذا الخط من العمود من جهة رأس الشيء المطلوب ارتفاعه.

برهانه: [انظر الشكل رقم (١٦)] لتكن الآلة دائرة ا ب ج د على مركز ه . ولتكن النقطة المطلوب ارتفاعها نقطة ح . وليكن الخط المارّ† بمركز الآلة مواز للأفق† خط ه ج ط . آ والعمود النازل من نقطة ح على خط ه ج ط عمود ح ط . ى ٩٤ ظ



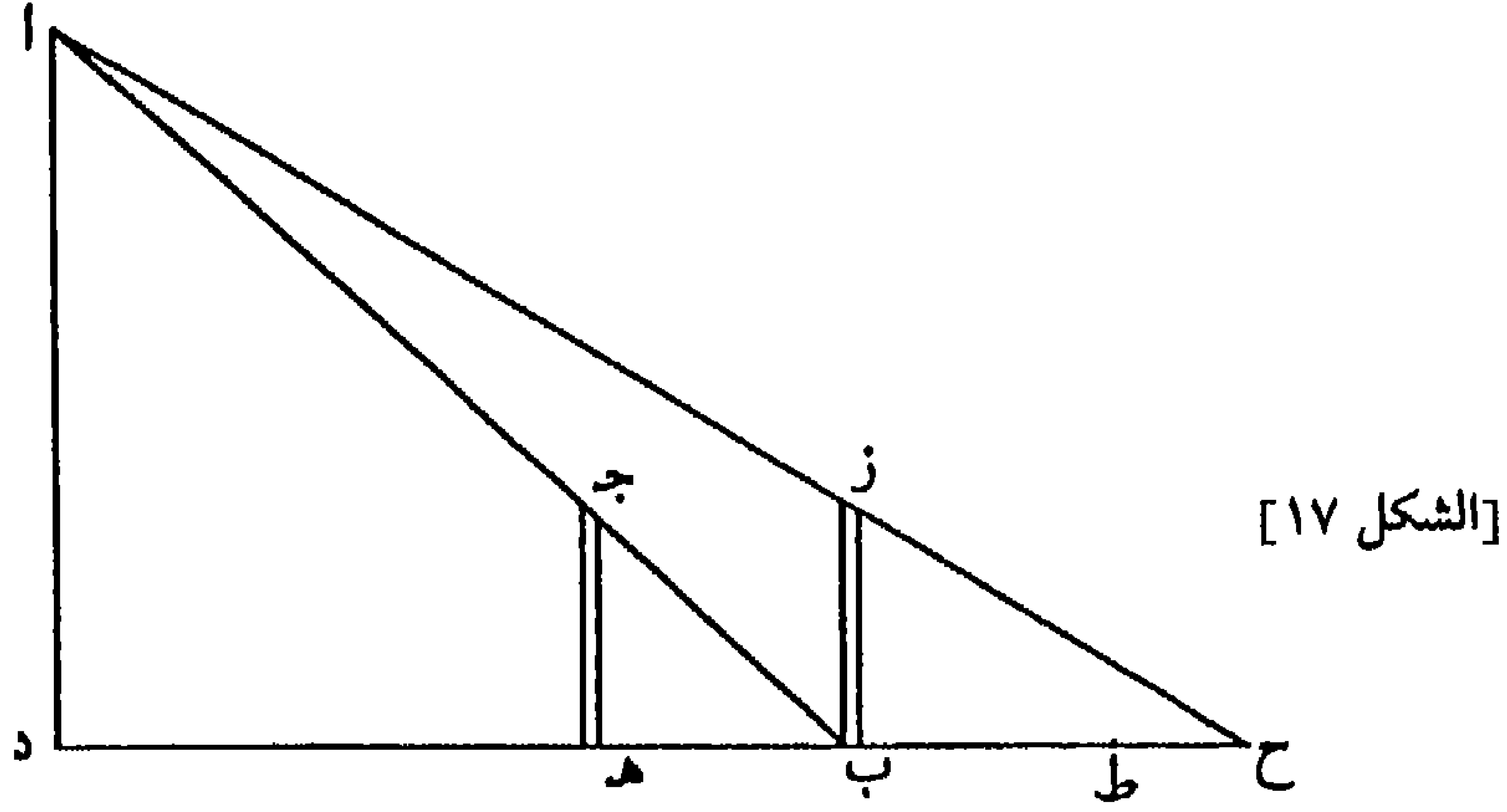
[الشكل ١٦]

فأقول: إنّ ه ط مساو لطح . برهانه: انّا نخرج في الآلة جيب† د ا وجيب د ز † فيكون عموداً على خط ه ط . فخط د ز مواز لخط . فنسبة حط الى ط ه كنسبة /د ز الى ز ه . لكن ه زَ مساوٍ لجيب آ د لأنّ قوس كـ د ، مه . فهي مثل قوس د ج . فهز - اعني جيب آ د مثل د ز فهط مثل طح . وان شئت فقل أنّ في مثلث ه ط ح زاوية ط ه ح نصف قائمة، لأنّ قوس كـ ج منقسمة بنصفين، وزاوية ط قائمة. فتبقى زاوية ح نصف قائمة، فهي مثل زاوية ط ه ح . فخط ه ط مثل ط ح . وذلك ما أردنا. ١٧٨ ظ

---

١ - هذا الخط: خط هـ ط في ى. من جهة: مما يلي في ى.
٣ - ب ج د: ا ب ج د في جميع النسخ.
٤ - †...†: سقطت في ى. للأفق: الافق في م.
٦، ٧ - †...†: «قوس جد» في ى.
٧ - خط ه ط: «ه ط وليكن د ز» في ى.
٨ - آ د: قوس آ د في ى، كد: آ د في ى، مه: «مه جزءاً» في ى.
١٠ - كـ ج: آ ج في ى.
١١ - ه ط: سقطت في بر وم.

وأمّا المقدّمة لارتفاع الأشياء التي يؤخذ بعدها بالهندسة، [انظر الشكل رقم (١٧)] فلتكن النقطة المطلوب ارتفاعها نقطة ا ، ويبصر الراصد أول مرّة نقطة ب ، والمسطرة ه ج ، وشعاع البصر بج ا ، وزيادة المسطرة على قامة الراصد خط ه ج . وليكن م ٩٧ و تقاطع خط ب ه الموازي للأفق مع العمود النازل من النقطة المطلوب ارتفاعها نقطة د . فا د هو ارتفاع نقطة ا عن الخط الخارج من البصر موازياً للأفق. وليكن قيام المسطرة في الرصد الثاني من نقطة ب . وليكن طرفها نقطة ز . وليكن موضع البصر في الرصد الثاني نقطة ح . وليكن الشعاع الثاني الذي يمر بطرفا المسطرة ونقطة ا شعاع ح ز ا . ن ٩٥ و



[الشكل ١٧]

فلأنّ خطوط ا د ، هـ ج ، ب ز أعمدة على د ح ، فهي متوازية. فتكون نسبة ا د الى ب ز كنسبة ح د الى ب ح . وتكون نسبة ا د الى ه ج ـ أعني ب ز ـ كنسبة د ب الى ه ب. فتكون نسبة د ح الى ح ب كنسبة د ب الى ب ه . فاذا أبدلنا تكون نسبة ح د الى د ب كنسبة ح ب الى ب ه . ولأنّ ح د أعظم من ب د تكون

---

١ ـ يؤخذ بعدها: «يؤخذ بها بعد الشيء» في ن. بالهندسة: بالهندسية في بر.
٣ ـ البصر: ن تضيف «وهو ب ».
٤، ٥ ـ للافق: الافق في م.
٥ ـ موازياً: مواز في ن.
٧ ـ وليكن: «وليكن اما» في ق.
١٠ ـ ح ب : ح في م. ابدلنا: بدلنا في ق و م، تكون: كانت في ق.

١٧٨ ظ

ح ب أعظم من ب ه . فنفصل من ح ب ، بط مثل ب ه . فتكون نسبة ح د الى د ب كنسبة ح ب الى ب ط . واذا فصلنا تكون نسبة بح الى د ب كنسبة حط الى ط ب . وكل واحد من ح ط ، بط ، ح ب معلوم. فيكون بد معلوماً.

ومن أجل أنّ نسبة ا د الى د ب كنسبة ه ج الى ه ب ، وقد صار كل واحد من بد ، به ، ه ج معلوماً، † يكون ا د معلوماً†، وذلك ما أردنا أن نبيّن.

وأمّا البرهان على استخراج هذا المطلوب بالطريقة التي استنبطناها فهو ما نقوله: نفرض النقطة المطلوب ارتفاعها ب ، ومركز الآلة عند أخذ الارتفاع الأول نقطة ج ، وخط الشعاع البصري الأول ج ب ، ومركز الآلة في أخذ الارتفاع ثاني مرة نقطة د ، والشعاع الثاني د ب ، والبعد من مركزي الآلة المسمّى بأجزاء المسطرة خط ج د . [انظر الشكل رقم (١٨)].

[الشكل ١٨]

فأقول: أولاً انّ شعاع ج ب ، وهو بُعد النقطة المقصودة من البصر في المقام الأول ـ

١ ـ من ب ه : ب ه في م.
٣ ـ من: ن ـ تضيف: « ح ب به أعني بط معلوم فيكون كل واحد من». معلوماً: معلوم في ن.
٤ ـ ومن أجل: «ولما تبين» في ن.
٥ ـ †. . .†: سقطت في بر و م. أن نبين: سقطت في بر و م.
٧ ـ المطلوب: المطلوبة في م.
١٠ ـ بعد: على هامش بر.

أعني ضلع ج ب من مثلث / ج ب د المعلوم الصورة †من قبل الارتفاع - يكون معلوماً†. ١٧٩ و - ى ٩٥ ظ

برهان ذلك أنّ في مثلث ب ج د زاوية د ج ب منه معلومة لأنّها تمام الارتفاع في المرّة الأولى، وزاوية ج د ب معلومة لأنها مقدار زاوية الارتفاع الثاني مزيداً عليها زاوية قائمة. فتبقى زاوية ج ب د معلومة. فالقسي التي أوتارها د ج ، ج ب ، ب د من الدائرة المخطوطة على مثلث ج د ب معلومة النسبة الى قطر الدائرة المحيطة بمثلث ج د ب. فيكون كل واحد من خطي ب ج ، د ج معلوماً بما به قطر هذه الدائرة ماية وعشرين. فيصير خط ج د ، وهو المسمّى بأجزاء المسطرة معلوماً من وجهين: أي بمقدارين؛ أحدهما الذراع، والآخر أجزاء القطر. فيصير خط ج ب المعلوم بأجزاء قطر الدائرة معلوماً† بأجزاء المسطرة المعلومة بالذراع†، بما سبق في مقدمة ردّ المقادير المعلومة من مقياس أوّل الى معرفتها بالمقياس الثاني. م ٩٧ ظ

وأيضاً فلأنّ في مثلث جبا زاوية ا منه قائمة، وزاوية اجب وهي الارتفاع الأول معلومة، فتبقى زاوية جبا معلومة. وكل واحد من خطي ج ا ، ا ب معلوم بما به ج ب الموتر ماية وعشرين. وقد كان تبيّن أنّ خط ج ب معلوم بالذراع. †فكل واحد من خطي ج ا ، ا ب معلوم بالذراع† من جهة الرد المذكور.

و ا ب ارتفاع نقطة ب من الخط الموازي للأفق. وليكن الفصل المشترك †بين مثلث ج ب ا القائم على بسيط الأفق على زوايا قائمة وبين الأفق خط† كـ ط . وليكن خط ط ج مساوياً لقامة الراصد. فخط كا مساوٍ له أيضاً. والقامة معلومة. فجميع خط

---

١ - †...†: «يكون معلوماً من قبل [ى ٩٥ ظ] الارتفاع» في ى.
٣ - الأولى: الأولة في ى. مزيداً: مزيد في بر و م.
٦ - وعشرين: وعشرون في بر و م.
٦، ٧، ٨ - معلوماً: معلوم في ى.
٨ - الذراع: ى تضيف: «الذي قسمت به المسطرة».
٨، ٩ - †...†: «بالذراع المذكور» في ى.
١٠ - بالمقياس الثاني: «من مقياس ثان» في ى.
١٢ - وكل: «فيكون كل» في ى.
١٣، ١٤ - †...†: سقطت في ى.
١٥ - و ا ب : فـ ا ب في ى. للأفق: الأفق في م.
١٥، ١٦ - †...†: «لمثلث ج ا ب وللأفق».
١٧ - مساو: مساوياً في ى.

كب - وهو ارتفاع نقطة ب عن أفق الراصد - معلوم. وذلك ما أردنا بيانه.

آوإنّما ذكرنا هذه الأشياء في هذا الموضع وان كان بنا غنًى عن ذكرها؛ لكنّا لّما ذكرنا (ب ٨٧ ظ) كيفية استخراج الارتفاع للاشياء مطلقاً، دعتنا الضرورة الى ذكر الطرق المؤدية الى معرفة ذلك، فاحتجنا الى تبيين كيفية الطريق في معرفة ارتفاعها.

ولنرجع الى ما كنّا بصدده فنقول: إنَّ الارتفاع المطلوب في الكواكب ليس من هذا القبيل، وإنّما هو غاية ارتفاعها عن مركز الأرض وغاية قربها منه. وهذا الارتفاع المطلوب لها يسمّى بُعداً وقُرباً.

وينبغي أنْ تعلم أنَّ ما كان من الأشياء له بعد كثير بحيث ⌐لا نصل الى معرفة (م ٩٨ و) اختلاف منظره بالطرق المذكورة لقلته ˥ وفواته /للحس، لا سيّما إن كان متحركاً دائماً (ب ٨٨ و - ١٧٩ ظ) كالكواكب، فإنَّ التوصّل الى معرفة اختلاف منظرها لّما كان من قبيل آخر، احتيج فيه الى تقدمة المعرفة بمواضعها من فلك البروج الذي ليس لما يوتره نصف قطر الأرض بالنسبة اليه قدر يحسّ به - أعني قدر الزاوية التي تكون من تلاقي الخطين المستقيمين اللذين يخرج أحدهما من مركز الأرض، والآخر من نقطة مّا على سطحها الى كوكب - فيرى في موضعه† الذي هو فيه من† فلك البروج أو نقطة تفرض فيها. فلذلك لا يكون للقوس التي† فيما بين الخطين† من دائرة الارتفاع المنفصلة فيما بين الخطين المتوازيين اللذين يخرج أحدهما من منظر الأبصار، والآخر من مركز الأرض، قدر يحس به.

واذا علم ذلك ورصد كوكب من الكواكب يكون موضعه من البروج في الطول والعرض محصلاً من قبل الحساب لوقت رصده بآلة من آلات الرصد. ويكون الكوكب †وقت رصده إمّا في سطح البروج ويكون منطبقاً على دائرة الارتفاع، أو يكون الكوكب† في سطح الدائرة المارّة بقطبي البروج ويكون قطب منطقته على دائرة الارتفاع - أعني المارّة بسمت الرأس - فإن وجد بين موضعي الكوكب اختلاف - أي يوجد موضع الكوكب بأحد

---

١ - بيانه: هنا يعود تتابع ب و م مع ب ٨٧ ظ سطر ١٥.

٣ - الارتفاع للاشياء: ارتفاع الأشياء في ب، الارتفاع الاشياء في م.

٨ - انَّ: سقطت في ب.

١٠ - منظرها: منظره في ب و م.

١٣ - ما: سقطت في ب. فيرى في «يكون» في ب،

١٣، ١٤ - †...†: «في» في ب.

١٤ - أو: «أو الى» في ب. فيها: «فيه» في ب. فلذلك: مكررة في ب. †...†: سقطت في ب.

١٨ - لوقت: في وقت في ب. ويكون: حين يكون في ب. الكوكب: على هامش ب.

١٩ - †...†: سقطت في ب. منطبقاً: منطبقة في ب و م. دائرة: فوق السطر في م.

٢٠ - قطب منطقته: منطبقة في ب و م.

٢١ - فان وجد: فوجد في ب. يوجد: فوجد في ب.

هذين الأمرين مخالفاً لموضعه بالآخر ـ كـان ذلك الاختـلاف† الذي يحصـل للكوكب بسيطاً أعني إمّا في الطول وإمّا في العرض.

فـأمّا اختـلاف منظر الكـوكب فإنّـه قوس† من دائـرة الارتفاع فيـها بين طـرفي الخطين الخارجين الى مركز الكوكب، أحدهما من مركـز الأرض والآخر من سـطحها، الـواصلين الى سطح من كرة البروج. فإن كـان لهذه القـوس قدر يـدركه الحس قيـل إنّ للكوكب اختـلاف منظر. وإن خفي عن الحس لقلته قيـل ليس له اختـلاف منظر. ومـا كان بهـذه الصفة ˥ فـلا ں ٨٨ ظ سبيل الى معرفة بُعده من قبل الكوكب نفسه، وقد يوصل إلى معرفة بُعـده من قبل غـيره بأن يكون له معه نوع ارتباط مثل استفادة نور ومساواة جرم في الـرؤية وتـرتيب وضع كـما يوجـد ˥ذلك للقمر مع الشمس فقد يُعلم †من البعد المعلوم لاحدهما† بُعد الآخـر، وإمّا ان يكـون م ٩٨ ظ بينهما بعد مشترك يصلان في وقت مّا اليه. وما خلا من جميع هذه الأمور فلا يوصل الى معرفة بُعده.

فأمّا ابعاد النيرين فقد استخرجها بطلميوس في يه من خامسة المجسطي بطرق محكمة من قبل معرفة اختلاف منظر القمر في العرض. وعلم من جهة اختلاف منظره ومـوضعه من فلك تدويره وموضع تدويره من حامله بُعده من مـركز الأرض في وقت الـرصد بمـا به نصف قطر الأرض واحداً.

وتوصّل من معرفة هذا البعد الجزئيّ الى معرفـة قدر نصف قـطر† القمر ونصف قـطر† تدوير القمر بما به نصف قطر الأرض واحداً فكان خمسة أمثاله وسدسـه. وعلم بواسـطة علم

---

١ ـ الأمرين: الاميرين في م. مخالفاً: مخالف في بں و م. ذلك الاختلاف: اختلاف المنظر في ں. بسيطاً: بسيط في جميع النسخ.

١، ٣ ـ †...†: على هامش م.

٢ ـ العرض: ں تضيف: «ويكون في كل واحد منها تارة يجب أن يزاد وتارة ينقص منه».

٣ ـ طرفي: طرق في م.

٥ ـ من: سقطت في ں.

٦ ـ وما كان بهذه الصفة: «وما كان اختلاف منظره يخفى عن الحس» في ں.

٨ ـ له معه: «ذلك الغير قد عرف بُعده من جهة اختلاف منظره، ويكون للذي لم يعرف اختلاف منظره مع اللذي علم بعده» في ں. يوجد: سقطت في ں.

٩ ـ †...†: ں: «بعد أحدهما من [على الهامش]».

١٢ ـ في: في فصل في ں.

١٣ ـ في: «البسيط في» في ں. منظره: منظر القمر في ں. وموضعه: موضعه في بں و م.

١٤ ـ بعده: بعد القمر في ں.

١٥ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ.

١٦ ـ †...†: سقطت في ں.

١٧ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ. وسدسه: وسدس في ں.

نصف /قطر التدوير نصف قطر الحامل وما بين مركزه ومركز الأرض. وعلم من قبل ذلك ١٨٠ و أبعد أبعاد القمر وأقرب قربه وبُعده الوسط وسائر الأبعاد للقمر. وعلم من بُعد القمر بُعد الشمس. وعلم من ذلك† ومن مساواة قطر القمر - وهو في أبعد أبعاده - لقطر الشمس، ومن قطر الأرض ونسبته الى اقطارهما، علم مقدار† جرم كل واحد منهما بالنسبة الى كرة الأرض.

وينبغي أن تعلم أنّه متى قيل كرة الأرض فإنّ الماء داخل فيها اذ كان لا يمكن تمييز احدى هاتين الكرتين عن الأخرى. ولما كانت الأبعاد التي بيّنها بطلميوس من أبعاد الكواكب بالبرهان الموثوق به في كتاب المجسطي إنّما هو ما ذكرناه من بعدي النيرين فقط. وأمّا† أبعاد بقية الكواكب المذكورة في كتاب الاقتصاص† فسيتضح لك فيما بعد ما فيها من الخلل. ولمّا ب ٨٩ و لم يبيّن أحد الى هذه الغاية لشيء من الكواكب المتحيرة اختلاف منظر فيعلم من قبله بعده، فلذلك صارت ابعادها إنّما تعلم من قبل غيرها. ومعرفة بعد الشيء من قبل معرفة بُعد غيره اذا لم يكن بينهما شيء من العوارض التي توجد بين النيرين فلا بد أن يتقدم ذلك أمور تكون معلومة: منها معرفة وضع الكوكب المطلوب معرفة بعده من قبل كوكب معلوم البعد، هل م ٩٩ و هو فوق ذلك المعلوم البعد أو تحته؛ وأن يشتركا في بُعد مّا. فانّا متى أعطينا هذين الأمرين وكانت النسب التي بين نصف قطر† تدوير المطلوب معرفة بعده† وبعد مركز حامله† عن مركز العالم† الى نصف قطر حامله معطاة، أمكننا من معرفة† بعدهما المشترك معرفة† بقية أبعاده. وهكذا تعرف أبعاد بعضها من بعض.

ولمّا كانت الأبعاد التي علمت بطريق البرهان إنما هي أبعاد النيرين† فقط، طلبنا معرفة أبعاد الكواكب الباقية من معرفة أبعاد النيرين†. لأنّا متى سلكنا غير هذه الطريق كنا قد تركنا طريق الصواب مع قدرتنا عليه. واذ كنا علمنا بعدي الشمس مثلاً علمنا منها أقرب قرب

---

١ - مركزه: مركز الحامل في ب.
٣، ٤ - †...†: «مقدار قطر كل واحد من النيرين بمقياس قطر الأرض، وعلم من أقطارهما» في ب.
٤ - منهما: من النيرين في ب.
٧ - ولما: فلما في ب.
٨ - في كتاب المجسطي: سقطت في ب.
٨، ٩ - †...†: «بقية الابعاد» في ب.
١٤ - ذلك: سقطت في ب.
١٥ - †...†: «تدويره» في ب.
١٥، ١٦ - †...†: سقطت في ب.
١٦ - من: سقطت في ب. †...†: «بعده، ومن بعد واحد من ابعاد الكواكب تعرف» في ب.
١٨، ١٩ - †...†: سقطت في م.
١٩ - الباقية: سقطت في ب.
٢٠ - منها: منهما في ب.

الفلك الذي فوق فلكها من قبل أبعد بعدها، وأبعد بعد الفلك الذي تحتها من أقرب قربها. ومن النسب المعلومة بين الأبعاد التي† ثبتت في المجسطي† في كل واحد من الكواكب المتحيرة يعلم من علم أقرب قربه أبعد بعده وبالعكس. أعني بالنسب معرفة قدر خروج مركز حامله ونصف قطر تدويره بما به نصف قطر حامله ستين جزءاً.

ولمّا كان قد ثبت أنّ كرة القمر أقرب الى الأرض من جميع اكر الكواكب فواجب أن يكون اختلاف المنظر الذي يلحقه يكون أكثر من غيره.

ولذلك /يكون أبين. ولهذا قصد بطلميوس †تبيين اختلاف منظر القمر† دون غيره. ١٨٠ ظ
⌐ولمّا بيّن بطلميوس بعد القمر والشمس بما به نصف قطر الأرض واحداً اتخذ نصف قطر ں ٨٩ ظ
الأرض مقياساً، فقاس به أبعاد سائر الكواكب من مركز الأرض وأقطار أجرامها.

فأمّا أقرب قرب مركز القمر فإنّه بمقتضى أصوله في المجسطي ثلاثة وثلاثون مثلاً ونصف ونصف عشر مثل بالتقريب لنصف قطر الأرض. وأمّا أبعد بُعد مركزه بهذا المقدار فأربعة وستون وسدس. ويجب أن يعتبر نصف قطر جرم القمر فيزاد على أبعد أبعاده وينقص من أقرب قربه، وهو سبع عشرة دقيقة وثلاث وثلاثون ثانية بما به نصف قطر الأرض واحداً وهو المقياس. وينبغي أن تعلم أنّا متى قلنا المقياس أو أجزاء المقياس في الأبعاد خاصة فانّا
نريد بذلك نصف قطر الأرض. †وقد يستعمل قطر الأرض ⌐مقياساً عوضاً عن نصفه ليقل م ٩٩ ظ
العدد†. وعلى هذا فيجب أن يكون أقرب قرب القمر، وهو غاية ارتفاع الاسطقسات، ثلاثة وثلاثين وربعاً، وأبعدُ بعد سطحه اذا أضيف الى بعد مركزه نصف قطر القمر أربعة

٢ ـ †...†: سقطت في ں. المتحيرة: ں تضيف: «المستخرجة في المجسطي».
٣ ـ اعني بالنسب: واعني بالنسبة في ں.
٥ ـ ثبت: ں تضيف «في المجسطي».
٧ ـ ولذلك: مكررة في بر. يكون: ں تضيف: «اختلاف منظر القمر». †...†: تحت السطر في ں.
٨ ـ واحداً: كذا في ں وقد شطبت في بر وتركت واحد كما في م. اتخذ: غير مقروءة في بر.
١٠ ـ وثلاثون: وثلثين في ں.
١١ ـ بالتقريب: سقطت في ں.
١٢ ـ وستون: وستين في ں.
١٣ ـ سبع: سبعة في جميع النسخ. ثلاث: ثلثة في جميع النسخ. واحداً: واحد في بر و م،
١٤ ـ المقياس[١]: ں تضيف «في الأبعاد». الابعاد: ابعاد في م.
١٥، ١٦ ـ †...†: ں: «وقد بيّن بطلميوس ان قطر الأرض مثل قطر القمر ثلاث مرات وخمسي مرة، وانّ قطر الشمس مثل قطر الأرض خمس مرات ونصف مرة على ما تبيّن في فصل يه من خامسة المجسطي».
١٦ ـ القمر: سطح القمر في ں. الاسطقسات: اسطقسات في بر و م.
١٧ ـ وثلاثين وربعاً: وثلاثون وربع في بر و م، ٣٣ وربع في ں. سطحه: سطح جرمه في ں.

وستين وثلثاً وثمناً. ومتى حسبنا ثخانة فلك الجوزهر كان أبعد بُعد أفلاكه أكثر من هذا.

وبطلميوس لمّا ذكر الأبعاد في كتاب الاقتصاص ترك ذكر الكسور عمداً منه فكان يجبرها تارة ويسقطها تارة. وأهمل ذكر أقطار الكواكب. حتى قطر الشمس. وقد ذكر أنّ أقرب قرب القمر ثلاثة وثلاثون، وأنّ أبعد بُعده أربعة وستون فقط. وإهمال مثل هذه الأشياء يؤثر في الأبعاد التي تبنى عليه خللاً كثيراً وليس ما يقع منه مما ينبغي أن يهمل لأنّه يتضاعف بالضرب مرّات كثيرة.

فأمّا على التحقيق فإنّ أبعد بُعد أفلاك القمر يكون أكثر مما وصفه متى اعتبرنا ثخانة فلك الجوزهر، آ واعتباره ضروريّ، فيكون أبعد بُعده سدل تقريباً. ويكون أكثر من هذا ں ٩٠ و اذا اعتبرنا ثخانة الكرة الشبيهة بالمعدّل الحاوية لكرة الجوزهر المحركة له الحركة السريعة اليومية التي أشار اليها في كتاب الاقتصاص. وجميع ذلك قد أهمله. وأهمل أيضاً ثخانة المتمّم الأدنى من متمّمي ممثل عطارد، وهو على ما† في الاقتصاص خمسة أجزاء ونصف من أجزاء قطر حامله س على ما في المجسطي. وأمّا على ما في الاقتصاص فأربعة أجزاء وربع جزء، لأنّه† جعل أقرب القرب لكوكب عطارد أربعة وثلاثين جزءاً، وهو على الحقيقة على أصوله ثمانية وعشرون ونصف. فقد أهمل في أقرب القرب لعطارد خمسة أجزاء ونصفاً.

وأيضاً فإنّه قد جعل هو وغيره أيضاً أبعد بُعد القمر هو أقرب قرب كوكب عطارد. وهذا خطأ بيّن لأنّ جرمي هذين الكوكبين خاصة لا يشتركان / في بُعد واحد لأنّ جرم القمر ١٨١ و لا ينتهي في ارتفاعه الى الموضع الذي ينتهي اليه عطارد في انحطاطه. وذلك لأنّ القمر لا

---

١ - وستين وثلثاً وثمناً: وستون وثلث وثمن في بر، وستون وثلثة وثمن في م، ٦٤ وثلث وثمن في ں.
٤ - وثلاثون: وثلثين في ں.
٦ - بالضرب: سقطت في ں. كثيرة: كبيرة في ں.
٧ - افلاك: سقطت في ں. مما: ما في م. وصفه: وصفنا في ں.
٨ - بُعده: «بعد سطح فلك جوزهر القمر» في ں. هذا: «هذا الأكبر» في ں.
٩ - المحركة: المحرك في م.
١٠ - ايضاً: ايضاً بطلميوس في م.
١١ - †: من هنا يختلف النص في ں، انظر الهامش التالي.
١٣ - † هنا ينتهي النص المختلف في ں وهو كما يلي: «يلزم من الأبعاد المذكورة لما يخص عطارد في المجسطي، وهو ستة اجزاء بما به نصف قطر حامله ستين جزءاً، لأنّ بطلميوس لما بيّن ابعاد عطارد في الاقتصاص...»
١٤ - ونصفاً: ونصف في جميع النسخ.
١٥ - وايضاً: سقطت في ں. قرب كوكب: القرب لكوكب في ں.
١٦ - وهذا: وهو في ں.
١٧ - وذلك: على هامش ں.

١٨١ و

يصل جرمه الى السطح الأعلى من فلك جوزهـره، وجرم عـطارد لا يصل الى السـطح الأدنى من مقعر ممثّله. لأنّه على أصول بطلميوس إنّما يكون في أقرب قربـه من الأرض حين يكـون م ١٠٠ مـركز تـدويره في بـرجي الـدلـو والجـوزاء، ويكـون عـطارد في حضيض تـدويـره في هـذين الموضعين. وإن كان فيهما أقرب مما يكـون ومركـز التدويـر في الحمل أو في غـيره من البروج، فإنّه في هذين البرجين يكون بين جرمه وبين مقعر فلكه الكلّي قطعتان من المتمّمين الأدنيـين ـ أعني متمّم المدير ومتمّم الحامل.

وقد تقدم شرح ذلك في هيئة أفلاك عطارد. فلا يصحّ قول القائل أنّ أبعد بُعـد القمر هو أقرب قرب كوكباً عطارد، متى أريد بذلك جرميهما. وإنّمـا يقال إنّ أبعـد أبعاد الأفـلاك ں ٩٠ ظ المنسـوبة الى القمـر هو أقـرب قرب الأفـلاك المنسوبـة الى عطارد. وهـذا الأمـر ـ أعني عـدم الاشتراك لكوكبين في بعد واحد ـ إنّما يحصل ضرورة بين القمر وعطارد خاصة دون غيرهما من الكواكب اذا لم يكن بين كل فلكين لكوكبين كرة شبيهة.

وقـد نقص بطلميـوس في الاقتصاص في أبعـد بعد كـوكب عطارد أيضـاً ثلاثـة أجزاء ونصفاً عمّا في المجسطي وعلى الأصول التي غيّرهـا في كتاب الاقتصاص جزئـين وربعاً، لانّـه جعل أبعد أبعاده ثمانية وثمانين. واذا ضوعف هذا العدد الذي ذكره ـ وهـو أقل من الـواجب بالعدد الذي ذكره من أبعد بعد القمـر، وهو أقـل من أبعد أبعـاد القمر ـ وقسم الخـارج على العدد الذي هـو أكثر من أقـرب القرب لأفـلاك عطارد خـرج أبعد البعـد لعطارد نـاقصاً عن الواجب بأحد وأربعين مثلاً لنصف قطر الأرض. وسيتضح لك هـذا عند ذكـر أبعاد عـطارد وتفصيلها.

---

١ ـ جوزهره: ں تضيف: «بل غاية ارتفاعه الى نهاية السطح الأدنى من فلك جوزهره».
٢ ـ قربه: القرب في ں. يكون: غير مقروءة في بر.
٣ ـ تدويره[1]: التدوير في ں. الدلو: الدالي في ں. تدويره[2]: التدوير في ں. في[2]: وفي في ں.
٤ ـ فيهما: فيها في بر وم، يكون: ں تضيف: «اذا صار».
٥ ـ قطعتان: قطعتين في ں.
٦ ـ متمّم: «المتمّم من» في ں.
٨ ـ قرب كوكب: القرب لكوكب في ں.
٩ ـ الى القمر: للقمر في ں.
١٢ ـ نقص: اهمل في ں. في الاقتصاص: سقطت في ں. بعد كوكب: البعد لكوكب في ں.
١٣ ـ ونصفاً: ونصف في جميع النسخ، عمّا: عـلى ما في ں. وعـلى: على في بر وم. وربعـاً: وربع في جميع النسخ.
١٤ ـ ذكره: سقطت في ں. وهو: هو في ں.
١٧ ـ هذا: سقطت في ں.

فإذ قد نبّهنا على مواضع الغلط فلنبيّن الآن طريق الحق في استخراج أبعاد الكواكب ونجعل الاعتماد فيما نتسلمه من الأصول التي نعمل عليها على ما قد تبيّن بالأدلّة الواضحة في كتاب المجسطي اذ كانت ثمّة مأخوذة بطرق برهانية. وأمّا التي في الاقتصاص فليست كذلك، وإن كان انّما خالف فيه في مواضع قليلة منها جزء واحد في أبعاد ما بين المراكز في كوكب عطارد. وذلك أنّه قال انّ بُعد مركز المعدّل من مركز العالم ثلاثة أجزاء. ⌉وذلك مثل م ١٠٠ ظ عمله في المجسطي. ونقص من بعد مركز المدير نصف جزء ومن بعد مركز الحامل نصف جزء فجعل كل بعد من هذين جزئين ونصفاً عوضاً عن الثلاثة الأجزاء التي اقرّها في المجسطي. ونقص من نصف قطر التدوير ربع جزء/ آ فجعله اثنين وعشرين وربع جزء عوضاً ١٨١ ظ - ٮ ٩١ و عن الاثنين والعشرين والنصف. ولم يبيّن مستنده في ذلك.

فإن عارضنا ما في المجسطي بما في الاقتصاص كان ذلك ممّا يوهم الشك فيما ادّعى فيه انّه اخذه من طريق الرصد الذي عمل عليه البرهان، وفي كونه قطعيًّا. لكن قوله في الاقتصاص لا يقاوم قوله في المجسطي، ولو كان بَعده، لأن المجسطي مستند الى ادلّة واضحة؛ وليس في الاقتصاص دليل اصلاً. فلا يترك ما في المجسطي الّا لشيء أقوى منه.

فصل: في أبعاد كوكب عُطارد.

ولمّا كان مركز تدوير عطارد اذا بلغ أوج فلكه المدير الذي هو في برج الميزان كان قد اجتمع في هذا الموضع مع أوج المدير وأوج الحامل وصار في أبعد أبعاده من مركز الأرض. فإن كان عطارد في ذروة تدويره كان حينئذ في أبعد أبعاده من الأرض، فيكون بعد مركزه في هذه الحالة أحداً وتسعين جزءاً ونصفاً على ما في المجسطي، وأمّا على ما في الاقتصاص فتسعين جزءاً وربعاً بما به نصف قطر الحامل ستين جزءاً.

---

١ - فاذا: واذ في ٮ.
٢ - على: سقطت في ٮ.
٣ - ثمّة: ثمّ في ٮ.
٥ - المعدل: المعدل للمسير في ٮ.
٦ - ومن: من في ٮ.
٧ - ونصفاً: ونصف في جميع النسخ.
١٤ - فصل: الفصل الرابع والخمسون في ٮ. عطارد: ٮ تضيف وغيره.
١٦ - اوج المدير و. . : سقطت في ٮ.
١٨ - احداً. . . ونصفاً: احد. . . ونصف في ٮ و م، احد. . . ونصفاً في ٮ.
١٩ - وربعاً: وربع في جميع النسخ، ٮ تضيف وكلاهما.

١٨١ ظ

والفلك الحامل في سائر الكواكب دائرة يرسمها مركز تدوير الكوكب في الوسط من ثخانة حامله فيما بين سطحيه الكريين المتوازيين. واذا كان بعد مركز الحامل من مركز العالم على الخط المارّ بالمراكز فيما بين† مركز المدير وأوجه، فحينئذ يكون بعد مركز الحامل من مركز العالم† تسعة أجزاء على ما في المجسطي. وذلك حين يكون أوج الحامل وأوج المدير ومركز التدوير مجتمعة في النقطة التي هي أبعد البعد لمركز التدوير. فإذا اتفق أن يكون مركز عطارد في ذروة التدوير كان مركز عطارد في نقطة هي أبعد أبعاده من فلكيه المدير والحامل. فإذا جمعنا الى بعد مركز الحامل من مركز العالم نصف قطر الحامل ونصف قطر التدوير كانت هذه الجملة هي بعد مركز عطارد من مركز العالم. وهذا أمر عام في سائر الكواكب. ب ٩١ ظ

⌐فأمّا بعد مركز الحامل لعطارد في المجسطي فهو ط وفي الاقتصاص ح. وأمّا نصف قطر الحامل فيهما فهو س. وأمّا نصف قطر التدوير في المجسطي كب ل وفي الاقتصاص كب يه. فجملة أبعد أبعاده أمّا على ما في كتاب المجسطي صال، وفي الاقتصاص ص يه. وامّا أقرب القرب من فلكه †فإنّه اما على ما في المجسطي† كح ل، †وامّا على ما في الاقتصاص كط مه†. وذلك انّا متى نقصنا من نصف قطر الحامل، وهو ستون جزءاً، البعد الذي بين مركز الحامل ومركز العالم، †وهو ثلاثة أجزاء†، ومقدار نصف قطر التدوير، †وهو اثنان وعشرون ونصف† ـ التي هي مقدار نصف ثخانة كرة الحامل ـ كان م ١٠١ و

١ ـ من: سقطت في ب.
٢ ـ واذا: ولّما في ب. العالم: ب تضيف «حين يكون».
٣ ـ فيما بين: م تكرر: «سطحية الكرتين الموازتين واذا كان بعد مركز الحامل من مركز العالم» وتسقط الجملة التالية المشار اليه بين العلامتين †. . .†. فحينئذ: وحينئذ في جميع النسخ وقد صححت ليستقيم المعنى.
٤ ـ وذلك حين يكون: ويكون في ب.
٥ ـ ابعد: بعد في م. لمركز التدوير: سقطت في ب. عطارد: جرم عطارد في ب.
٦ ـ هي أبعد أبعاده: البعد الأبعد في ب.
٨ ـ عطارد: الكوكب في ب.
٩ ـ فأمّا: وامّا في ب.
١٠ ـ فهو: سقطت في ب. وفي: «وأمّا في» في ب.
١١ ـ كتاب: سقطت في ب.
١٢ ـ †. . .†: «في المجسطي فإنّه» في ب.
١٣ ـ †. . .†: سقطت في ب. الحامل: سقطت في ب.
١٤ ـ ستون بستين في ب و م. بين مركز الحامل: بينه وبين في ب. †. . .†: سقطت في ب اقرأ تسعة أجزاء.
١٥ ـ †. . .†: سقطت في ب، التي هي مقدار: الذي هو في ب.

ما يبقى هو بعد مقعر / الفلك الحامل †من أفلاك عطارد† من مركز العالم† أمّا على ما في المجسطي كح ل†، وأمّا على ما في الاقتصاص فيزيد هذا البعد بسبب المخالفة في الأقدار المذكورة جزءاً واحداً وربع جزء، فيكون كط مه، وقد جعله لد . ١٨٢ و

فهو ذا نجد بطلميوس قد ناقض نفسه في الاقتصاص، لأنّه قد استعمل هذين البعدين على خلاف أصوله في كتابه. فليس يوثق بما عمله في الاقتصاص من الأبعاد، ولا يوثق بما قاله في هذه الأصول. فإنّ الحساب مما لا يتطرّق اليه الشك. واذا كان الأمر على هذا فنجزم ونعمل على ما قد وضح دليله ما لم يعارضه ما يكون أقوى منه.

فأمّا أبعد أبعاد فلك القمر، وهو السطح الأعلى من فلك الجوزهر، فإنّا جعلناه سدل لأجل ثخانة الجوزهر. ولم نأخذ بسبب الكرة الشبيهة شيئاً وذلك بنصف قطر ں ٩٢ و
الأرض، وهو أقرب القرب من أفلاك عطارد. وهذا القرب بما به نصف قطر الحامل ستين جزءاً كح ل، وأبعد البعد بهذه الأجزاء صال . ں ٩٢ و

فصل : في معرفة الأبعاد . ں ٩٥ ظ

فنقول: إنّه لمّا كان أقرب القرب لأفلاك عطارد قد علم بمقدارين: أحدهما جزء واحد من ستين ـ وهو نصف قطر الحامل ـ وهو سدس عشره، والآخر نصف قطر الأرض الذي

---

١ ـ الفلك: سقطت في ں. †...†: سقطت في ں.
١، ٢ ـ †...†: ں: «ويبعد مركز الحامل ط في هذا الموضع المذكور، ونصف قطر التدوير كب ل فيبقى من نصف قطر الحامل كح ل، وهي أقرب القرب للفلك الحامل لعطارد من مركز الأرض على ما في المجسطي».
٣ ـ واحداً: واحد في ں وم. جعله: «جعل بطلميوس اقرب القرب» في ں.
٤ ـ فهوذا: فهو اذا في ب وم.
٥ ـ في كتابه: فيهما في ں.
٦ ـ واذا: فاذا في ں. هذا: ما هذا في ب.
٧ ـ دليله: ں تضيف «في المجسطي». ما: «ما به» في ں. يكون: هو في ں.
٨ ـ فأمّا: وأمّا في ں.
٩ ـ شيئاً: شياء في ب وم، شيا في ں. وذلك: «وكل هذه المقادير» في ں.
١١ ـ صال : ں تضيف: «فيكون أبعد ابعاد مركز عطارد بما به نصف قطر الأرض واحد مايتان (كذا) وسبعة أمثال لنصف قطر الأرض» ويستكمل النص المتابع مع ب وم على ص. ق ٩٥ ظ سطر ١٥ .
١٢ ـ فصل: على هامش ں ولعلّه فصل ەە .
١٤ ـ وهو: وهي في ب وم. عشره: عشر في م. والآخر: وللآخر في ب.

علم به أقصى ما ينتهي اليه محدّب فلك جوزهر القمر على الوجه الموصوف قبل آ هذا، وهو ى ٩٦ و سدل ، ونسبة القرب الأقرب لفلك عطارد الى بعده الأبعد كنسبة كح ل الى صال ، واذا كان قربه الأقرب بما به نصف ⌐قطر الأرض واحداً سدل ، يكون أبعد بعده بنصف م ١٠١ ظ قطر الأرض رزه ؛ لأنَّ نسبة كح ل الى صال كنسبة سدل الى رزه .

وينبغي أن تعلم انَّا لم نأخذ في هذا البعد المذكور في عطارد شيئاً من ثخانة نصف قطر جرمه ولا ثخانة تدويره الثاني. وكل واحد منهما يجب أن يزاد على بعد عطارد الأبعد وينقص من بعده الأقرب. ولا تعرضنا أيضاً لثخانة الكرة الشبيهة بالمعدّل التي ذكر بطلميوس انَّ لكل فلك من أفلاك الكواكب السبعة فلكاً يحيط به يحركه حركة شبيهة بحركة المعدّل فيتحرك بها الكوكب الحركة اليومية. فبعد عطارد الأبعد اذن لا يمكن أن يكون أقل ممّا ذكرنا. وبعده الأقرب لا يكون أكثر مما ذكرنا.

ولما ثبت هذا استحال أن يقع فلك الزهرة تحت فلك الشمس، لأنَّ البعد الذي بين فلكي الشمس وعطارد لا يسع قطر تدوير الزهرة فضلاً عن ثخانة ممثلها. وسنبين ذلك فيما نذكره.

ولمّا كان بطلميوس حين بيّن أبعاد النيّرين في كتاب المجسطي بيّن ذلك بطريق متقن وبأدلّة واضحة وتحرّ شديد وتحرير / دقيق. ولكن عمله في كتاب الاقتصاص ليس كذلك، بل ١٨٢ ظ عمله فيه تقريب يبعد عن الحق، بل هو نوع من المجازفة، وذلك أنَّ الأبعاد التي عمل عليها في الاقتصاص ليست هي الأبعاد الصحيحة. وذلك أنَّه قال انَّ بعد القمر سد ، وقد كان

---

١ ـ جوزهر القمر: الجوزهر في ب و م وقد صححت على هامش ب «جوزهر للقمر». قبل: سقطت في ى.

٢ ـ لفلك عطارد: لعطارد في ى.

٣ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ.

٤ ـ رزه : أي ٢٠٧ جزءاً و ٥ دقائق من جزء. لأنَّ: سقطت في م.

٥ ـ شيئاً: شيء في ى.

٦ ـ واحد: سقطت في ى.

٨ ـ افلاك الكواكب: الأفلاك في ى. فلكاً: فلك في ى. يحيط: محيط في ى.

٩ ـ اذن لا يمكن: «لا يجوز» في ى.

١٠ ـ يكون: يجوز أن يكون في ى.

١١ ـ استحال: الاستحال في م.

١٢ ـ فلكي: فلك في ب و م.

١٥ ـ وبأدلّة: وأدلة في ى. وتحرّ: ى تضيف وبحث. وتحرير: وتحرز في ى. دقيق سقطت في ى. كذلك: لذلك في م.

١٧ ـ قال: ى تضيف «في الاقتصاص». بعد القمر: «بعد مركز القمر الأبعد» في ى.

١٨٢ ظ

بيّن هو أنّ بعد مركز القمر أكثر من هذا بعشر دقائق، فقد ترك في بعد القمر آ سدس جزء. وترك أيضاً في هذا البعد نصف قطر القمر، وهو يز دقيقة لج ثانية. وترك أيضاً ثخانة الجوزهر. ب ٩٦ ظ

وقال في نسبة بعد عطارد الأقرب الى بعده الأبعد أنها نسبة لد الى قح ، وليست كذلك، بل هي كنسبة كط مه الى ص يه على رأيه في الاقتصاص، وأمّا على ما في المجسطي كنسبة كح ل الى صال .

وقال أيضاً في كوكب الزهرة أنّ نسبة أقرب قربها الى أبعد بعدها كنسبة يو الى قد . وهي امّا على ما في المجسطي فنسبة يه له الى قد كه ، وامّا على ما في الاقتصاص ⌐فكنسبة يه ه الى قد ي . م ١٠٢ و

وقال في بعدي المريخ أنّ نسبة أصغرهما الى أعظمهما كنسبة الواحد الى سبعة، وهي كنسبة يد ل الى قه ل.

وقال في بعدي المشتري أنها كنسبة كج الى لز وهي كنسبة مه مه الى عد يه.

وقال في بعدي زحل أن نسبة أصغرهما الى أعظمهما كنسبة ه الى ز وهي نسبة ن ه الى سط نه.

فأمّا عمله في الكسور التي هي الدقائق وجبرها تارة وإسقاطها أخرى فإنّه قال انّه فعل ذلك عمداً منه، وقدّم الاعتذار عنه. وليس بمقبول العذر لأنّ هذه الكسور لو لم تكن مع

---

١ ـ بعشر: بعشرة في بر و م. القمر: ب تضيف «الابعد».
٤ ـ قح : مح في م.
٥ ـ ما: رأيه في ب،
٦ ـ كنسبة: فكنسبة في ب.
٧ ـ أيضاً: ب تضيف «في كتاب الاقتصاص».
٨ ـ المجسطي: كتاب المجسطي في ب. الاقتصاص: كتاب الاقتصاص في ب.
١٠ ـ وهي: ب تضيف: «على ما يلزم من كتاب المجسطي».
١١ ـ قه : قد في بر و م.
١٢ ـ وهي: ب تضيف «على ما يلزم من كتاب المجسطي»، عد يه : عز نه في جميع النسخ وهي خطأ.
١٣ ـ وهي: ب تضيف: «على ما يلزم من كتاب المجسطي».
١٦ ـ وقدّم: «وقد ذكر» في ب. مع: سقطت في ب.

اعداد يجب أن تضرب في ابعاد الكواكب ويقسم الخارج من الضرب على اعداد فيها أيضاً كسور لكان تَبركُها مما يسهل آخطرُه. لكن لهذا السبب يتضاعف الخطأ متى اسقطت أو ى ٩٧ و جبرت.

وقد سلك في الاقتصاص مسلكاً خارجاً عن عادته في المجسطي غير موافق للصواب. فمن ذلك ما اعتمده في أبعاد عطارد. فإنّي لا أعلم مستنده فيه. غير إني أراه كثيراً ما يرى بتجويز الخرق على الأفلاك، لأنّه يقول في المجسطي أنّ الكواكب تنفذ في صبيب ما حولها، وفي المحاور أيضاً. ويقول في الاقتصاص حين عدد الأجسام المحركات للكواكب فقال إنّها على الوجه الأول - يعني طريق الأكر - أحد وأربعون كرة منها ح محركة، يعني المعدل، والمشبهة به، وكرة الثوابت، وكرة واحدة للشمس - وهو خطأ لأنّها على رأيه ثلاثة - وكرات القمر د ، ولكل واحد من زحل والمشتري والمريخ والزهرة ه ، ولعطارد ز وقال: وأمّا على الوضع الثاني فإنّ الأجسام تكون ٢٩ منها ثلاث أكر: كرة المعدل، وكرة الثوابت، وما تبقى من الأثير، و ٢٦ من المناشير. وهذا المذهب / الثاني هو الذي نختاره. ١٨٣ و ثم فصلها فقال: منها منشور واحد للشمس - †وهو خطأ على رأيه أيضاً لأنّه يلزمه من هذا حركة أوج الشمس وهو ثابت عنده لا ينتقل† - وأربعة† للقمر، ولكل واحد من زحل والمشتري والمريخ والزهرة أربعة† مناشير، ولعطارد خمسة. ثم اتبع ذلك فقال: وان نحن توهمنا أن حركات ⌐الكواكب لها أنفسها لا لأجسام اخر تحركها فإنّ عدد الأجسام المذكور م ١٠٢ ظ سينقص في كل واحدة من الجهتين سبعة، من كل واحد من الكواكب واحد، فيجتمع على

---

١ - تضرب: بصرنا في بر و م.
٢ - الخطأ: ى تضيف «بسببها».
٤ - خارجاً: خارج في ى.
٧ - المحركات: المحركا في م.
٨ - يعني: معنى في م. وأربعون: واربعين في ى.
٩ - ثلاثة: الثلثة في ى.
١٠ - ه : سقطت في م.
١١ - ثلاث: ثلثة في ى.
١٢ - و٢٦ : ٢٦٩ في بر و م.
١٣ - منشور واحد: منشوراً واحداً في ى و بر، منشوراً واحد في م.
١٣، ١٤ - †...†: على هامش ى.
١٤ - ينتقل: ينقله في م.
١٤، ١٥ - †...†: سقطت في م.
١٦ - الكواكب: فوق السطر في م.
١٧ - واحدة: واحد في ى.

الجهة الأولى ٣٤ كرة وعلى الجهة الثانية ثلاث أكر وتسعة عشر منشوراً.

وهذا تصريح منه بأنّ الكوكب يتحرك في تدويره كحركة السمكة في الماء والحيوان في الهواء. وعلى هذا فإنّه اذا تحرك أخلى مكانه. فلعله من أجل هذه آ التصورات أو شبهها ى ٩٧ ظ لذلك لم يثبت أنّ الفلك الممثّل لعطارد جسم يحدّه سطحان متوازيان مركزهما مركز العالم. فيكون عنده أنّ أقرب قرب مركز عطارد هو أبعد بعد القمر، وأنّ الحركات إنّما هي للدوائر المتوهّمة† أو الخطوط الخارجة من مراكز معدلات المسير الى مراكز التداوير†، وليست للأجسام المتحيرة. وهذا رأي لا أراه موافقاً للحق ولا قائل به.

واذ قد تبيّن ما في الاقتصاص من عدم التحرير وفساد المذهب فالواجب أن لا يُترك ما في المجسطي لما في الاقتصاص. فنجعل اعتمادنا على ما في المجسطي في جميع ما نجده فيه.

فنقول: إنّ بطلميوس بيّن في كتاب المجسطي أنّ بعد مركز الحامل لتدوير عطارد اذا بلغ الخط المارّ بأوج عطارد الذي في الجزء العاشر من الميزان يكون بعده من مركز الأرض ط أجزاء، وأنّ نصف قطر تدويره يكون بهذه الأجزاء كب ل؛ وأنّ بعد مركز الحامل للزهرة يكون جزءاً واحداً وربعاً، وأنّ نصف قطر تدويرها يكون ٤٣ وسدساً؛ وأنّ بعد مركز الحامل لتدوير المريخ و ، وأنّ نصف قطر تدويره لط ل ؛ وأنّ بعد مركز الحامل لتدوير المشتري ب مه، وأنّ نصف قطر تدويره يال ؛ وأنّ بعد مركز الحامل لزحل ج كه، وأنّ نصف قطر تدويره و ل.

وجميع هذه المقادير مقيسة بما به نصف قطر الحامل في واحد واحد من الكواكب ستين جزءاً.

واذا جمعنا بعد ما بين المركزين ـ أعني مركز العالم ومركز الحامل ـ الى نصف قطر تدوير

---

١ ـ ثلاث: ثلثة في بر و م، تكون ثلثة في ى.
٥ ـ للدوائر: الدوائر في م.
٦ ـ †...†: سقطت في ى.
٦، ٧ ـ للاجسام المتحيرة: لأجسام متحيرة في ى، الأجسام المتحيرة في م.
١٠ ـ كتاب: كتا في م.
١٢ ـ اجزاء: جزاء في بر، جزأ في ى، جزا في م. وانّ: ى تضيف: «نصف قطر الحامل ستون في كل كوكب وانّ».
١٣ ـ وربعاً: وربع في جميع النسخ. وسدساً: وسدس في جميع النسخ، مركز: المركز في م.
١٤ ـ مركز: المركز في م.
١٧ ـ ستين: ستون في جميع النسخ.
١٩ ـ الى: مع في ى.

الكوكب وزدنا المجتمع على ستين ـ أعني نصف قطر الحامل للكوكب ـ وهو الذي ⌐ به علمت هذه الأبعاد، حصل لنا أبعد أبعاد مركز الكوكب عن مركز العالم بما به نصف قطر الحامل س . وانْ نقصنا المجتمع من بعد ما آ بين المركزين ونصف / قطر التدوير من الستين أيضاً حصل لنا أقرب القرب لمركز الكوكب. م ١٠٣ و — ب ٩٨ و ـ ١٨٣ ظ

فعلى هذا حصل لنا †نسب أصغر أبعاد الكواكب الى أعظمها† فكانت النسبة إما في كوكب عطارد فنسبة كح ل الى صا ل ، وأما في الزهرة فنسبة يه له الى قد كه، وأمّا في المريخ فنسبة يد ل الى قه ل، وأمّا في المشتري فنسبة مه مه الى عد يه ، وأمّا في زحل فنسبة ن ه الى سط نه.

فتكون نسبة أصغر أبعاد فلك عطارد الى أعظم أبعاده التي هي نسبة كح ل الى صا ل هي نسبة نز الى قفج . وقد تبيّن أنّ أصغرها بما به نصف قطر الأرض واحداً سدل . فيكون أصغر أبعاده بما به قطر الأرض واحداً لب يه. فيكون أعظم أبعاده بما به قطر الأرض واحداً قج لب ل.

ونسبة أقرب القرب لمركز كوكب الزهرة الى أبعد البعد لمركزها هي نسبة ١٨٧ الى ١٢٥٣ . فكان أصغر بعدها بما به قطر الأرض واحدا قج لب ل. فيكون أبعد بعدها بما به قطر الأرض واحداً ٦٩٤ .

وقد تبيّن أن بعد مركز الشمس الوسط بهذا المقياس ٦٠٥ . فلا يمكن أن يكون فلك

---

١ ـ المجتمع: على هامش ب.
٣ ـ س : ستين في ب. المركزين: ب تضيف «المذكورين مع». ونصف: نصف في ب.
٥ ـ حصل لنا: حصلنا في بر وم. †...†: ب: «معرفة البعد الابعد لكل كوكب من جهة معرفة بعده الأقرب بما به نصف قطر الأرض واحداً. وعلى هذا السبيل حصلت لنا النسبة بين أبعاد الكواكب بعضها من بعض».
٦ ـ فنسبة[٢]: على هامش بر، سقطت في ب.
٨ ـ سط نه : سط ن ه في بر.
١٠ ـ أصغرها: أصغرهما في ب.
١٠، ١١ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ.
١١ ـ ابعاده: بعده في ب. واحداً: بر وم تضيفان «وهو».
١٢ ـ واحداً: سقطت في بر وم. قج لب ل : ب تضيف: «فلو كان فلك الزهرة يلي فلك عطارد لوجب أن تكون».
١٤ ـ فكان أصغر بعدها: وقدر أصغرها في ب.
١٥ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ. ٦٩٤ : ب تضيف «بالتقريب».

الـزهرة تحت فلك الشمس. وقـد حسبنا ذلـك على مقتضى الأصـول التي في الاقتصاص فلم
نجده أيضاً يمكن. وأمّا على الجهة التي استعمل بطلميوس فيها نصف قطر الأرض فانّا أيضـاً
ضربنا سدل - التي هي أقرب قرب عـطارد بما بـه نصف قطر الأرض واحـداً - في صال
† أجزاء أبعد بعده بما به نصف قطر الحامل س، وقسمنا الخارج على† كح ل، أقرب قربـه، ں ٩٨ ظ
بأجزاء الحامل أيضـاً، خرج من القسمـة ر ز ه - وهي أبعد بعـده بما بـه نصف قطر الأرض
واحداً. واذا ضربنا هذا العدد في أبعد البعد للزهرة وهو قد كه وقسمنـا الخارج عـلى† أقرب
القرب بهذه الأجزاء، وهو يه له، خرج أبعد البعـد للزهرة بمـا به نصف قـطر الأرض واحداً
١٣٨٨ . وقد كان تبيّن أنّ بعد الشمس الوسط بهذا المقـدار ١٢١٠ . فليس يمكن أن يكون
فلك الزهرة تحت الشمس.

ولمّا كانت ابعاد كل واحد من الشمس والقمر وكذلك النسب التي في الكـواكب - أعني
نسب أبعاد مراكز الحوامـل وأنصاف أقـطار التداويـر الى أنصاف أقـطار الحوامـل - محصلة في
كتاب المجسـطي ⌐ بآكد طريق وأوضح دليل، ولم يكن عمله في الاقتصـاص كذلك، سيّـما وقد م ١٠٣ ظ
وقفنا على ما ذكر في الاقتصـاص من أبعاد الكواكب الخمسة والثوابت أيضاً، فرأينا ما في ذلك
من الخلل، †فترجح عندنا قوله في المجسـطي على ما في الاقتصاص، فكان اتباعنا للمجسطي
أولى بنا†.

واذا ثبت أنّ فلك الزهرة فـوق فلك / الشمس لم† ينحصر أبعد البعـد وأقربـه لكوكب ١٨٤ و
عطارد في هذه الأبعاد التي ذكرناها† الّا بـأنّها ليس يمكن أن تكون أقـل مما ذكـرنا. ويمكن أن
تكون أكثر. لأنّه لمّا تبـيّن أنه لا يمكن أن يكـون بين فلك عـطارد وفلك الشمس كوكب آخـر
فمن الجائز أنْ يكون أقرب القرب للشمس هو أبعد البعد له. ومن الجائـز أن يكون† أقـرب
قربه ما ذكرنا. ومن الجائز أن يكون† متوسطاً في البعد الذي بين أبعد بعد القمر وأقرب قرب
الشمس.

---

١ - الاقتصاص: كتاب الاقتصاص في ں.
٢ - يمكن: ممكناً في ں. على: من في ں. ايضاً: اذا في ں.
٣، ٦، ٧ - واحداً: واحد في جميع النسخ.
٤، ٦ - †...†: سقطت في م.
٤ - كح ل : كح في ں.
١٢ - كتاب: سقطت في ں.
١٤، ١٥ - †...†: ں: «فاذا تبيّن الحقّ لنا كان اتباعه اولى».
١٦، ١٧ - †...†: ں «يحصل الجرم في أبعاد عطارد المذكورة».
١٩، ٢٠ - †...†: سقطت في م.

ولمّا كان من الواجب على من أراد أن يتبيّن شيئاً من أمر الكواكب أن يسلك في تحصيله أشدّ ما يمكنه، فلذلك وجب علينا أن لا نهمل شيئاً ممّا يؤثر أثراً محسوساً في أبعاد آ الكواكب ں ٩٩ و
وأجرامها فلذلك تقدمنا فاستخرجنا مع بعد كل كوكب نصف قطره لنزيده على أبعد أبعاده فتحصل أبعاد الذي يليه على التحقيق.

فأمّا قطر كوكب عطارد فإنّه يسيرٌ جداً وموضعه فمتسع جداً. وأمّا قطر النيّرين فقد تبينت اقدارهما في المجسطي بغاية ما يمكن. وأمّا أقطار بقية الكواكب فإنّها لمّا كانت مختلفة في الرؤية وجب أن نذكر حصة قطر كل كوكب على حياله امّا بالزاوية التي يوترها عند مركز العالم وامّا من قطر الشمس.

وقد استعمل بطلميوس في هذا الأمر نسبة أقطارها من قطر الشمس. فقال عن ابرخس انّه قال إنّ قطر أصغر الكواكب الثابتة يوتر جزءاً من ثلاثين جزءاً من قطر الشمس. وانّ قطر أعظمها يوتر جزءاً من عشرين جزءاً من قطرها. فأمّا قوله أصغر الكواكب فأظنّه يريد بذلك الكواكب التي في القدر السادس. فإنّ ما كان دون هذه الكواكب في القدر لم يتعرّضوا لرصده ولا لذكره. وأمّا اعظمها فهي الخمسة عشر كوكباً التي في القدر الأوّل.
وأمّا† أقطار الكواكب التي† فيما بين هذين المقدارين أ فإنا ⌐اخترنا أن نأخذها أ على التفاوت م ١٠٤ و
بينها على نسبة عددية. فيكون الذي في القدر الثاني يوتر جزءاً من ٢٢، والتي في الثالث توتر جزءاً من ٢٤، والتي في الرابع توتر جزءاً من ٢٦، والتي في الخامس توتر جزءاً من ٢٨.

وأمّا قطر الشمس فإنّه لم يجعل له اختلاف منظر لأجل قلة خروج مركز حاملها بالنسبة الى كثرة بعدها. لكنّا لمّا استخرجنا التفاوت بين رؤية قطرها، وهي في أقرب قربها الى رؤيته

---

٣ ـ نصف: سقطت في ں. ابعد: سقطت في ں.
٧ ـ يوترها: ں تضيف «قطر كل كوكب».
١١ ـ فاظنّه: باطنه في م.
١٤ ـ †...†: سقطت في ں. أ...أ: «فإنّه مأخوذ» في ں. على: على أن في ں.
١٥ ـ بينها: بينهما في ں. نسبة عددية: النسبة العددية في ں وتضيف «التي بين اقدارها»، الذي: التي في م. ٢٢ : ترد هذه الأرقام هجاء في ں.
١٦ ـ ٢٦ : ٢٤ في ب.
١٨ ـ يجعل له: سقطت في م. بالنسبة الى: مع في ں.
١٩ ـ كثرة: كبره في ب وم. لما: اذا في ں. رؤية: زاوية في ب وم. قطرها: على هامش ں الحاشية التالية: «وليكن مركز الشمس آ على دائرة آط الخارجة المركز. ومركز العالم نقطة د ومركز الحامل نقطة ج وخط اذ بمقدار أقرب بعد مركز الشمس ونصف قطر الشمس في البعد الأوسط اب يوتر عند =

وهي في أبعد بعدها بالحساب وجدناه دقيقتين وسبعاً وثلاثين ثانية. فعلى هـذا يكون آ قـطرها في أبعد بعدها ح ل ا وفي أوسطها ح لا كـ وفي أقرب القرب ح لب لح. وعند بطلميوس أنّ مثـل هذا / القـدر لا يحسّ به. فلذلـك لم يثبت لقطر الشمس اختـلاف منظر. وقـد بـيـّن أن قطرها مثل قطر الأرض خمس مرات ونصف. ب ٩٩ ظ ١٨٤ ظ

وأمّا القمر فإنّ قطره يختلف اختلافاً كثيراً لأجل قربه منا وعظم تفاوت أبعاده، فقـال: إن قـطر القمر وهـو في بعده الأوسط من فلكيـه الحامـل والتدويـر يكون بـالرؤيـة مثـل قـطر الشمس مرّة وثلثا. وعلى هـذا القياس يجب أن يـرى في أقرب قـربه مثـل قطر الشمس مـرة وثلثي مرة.

وكذلك أبعاد الكواكب فإنّها مختلفة أيضاً بالقرب والبعد اختـلافاً كثيـراً. فلذلك تـرى أقطارها مختلفة اختلافاً محسوساً. فيجب أن نبيّن في أيّ أبعادها يكون لها هذه النسبة من قـطر الشمس. قال بطلميوس انّ ابرخس قال: إنّ قطر أعـظم الكواكب في الـرؤية، وهـو كوكب الزهرة، يوتر من قطر الشمس جزءاً من عشرة أجزاء. ولم يبيّن رصـده لها في أي بعـد هو من أبعـادها. وانّ قـطر كوكب عـطارد يوتـر من الشمس جزءاً من خمسـة عشر جزءاً، وانّ قـطر المريخ يوتر جزءاً من عشرين جزءاً، وأنّ قطر المشتري يـوتر من الشمس جـزءاً من اثني عشر جزءاً، وان قطر زحل يوتر من الشمس جزءاً من ثمانية عشر جزءاً.

وقـد رأى بطلميـوس أن يجعل هـذه النسب إنّمـا تؤخـذ للكـواكب المتحـيرة في الأبعـاد الوسطى من ابعادها. وقال لأنّ رصدها يتعذر في أبعادها البعيـدة ـ يعني حين تكـون في ذرى

= مركز البروج مثل زاوية ج (كذا) وفي الابعد اح (كذا) يوتر زاوية د ، وفي الأقرب اه يوتر عند مركـز البروج مثل زاوية ز ، ووتر اب في البعد الأوسط بما به اج ، قلك ، ح لب. فبما به اد، قكـه يكون اح معلوماً لأن نسبة قكه الى قلك كنسبة ه لا ك الى المطلوب. فكذلك يستخرج قطرها».

١ ـ وجدناه: وجدنا في م. سبعاً: سبعة في بر و م، ستة في ب.

٢ ـ بعدها: ابعادها في م.

٣ ـ مثل: ميل في م. هذا: مكررة في بر.

٧ ـ وثلثاً: وثلث في جميع النسخ.

٨ ـ وثلثي: وثلثا في ب.

٩ ـ مختلفة: ب تضيف بالرؤية.

١٣ ـ عشر جزءاً: عشر جزءاً من واحد في ب، عشر في م.

١٤ ـ يوتر١: يوتر من الشمس في ب. عشرين جزءاً: عشرين جزءاً من واحد في ب.

١٤، ١٥ ـ عشر جزءاً: عشر جزءاً من واحد في ب.

١٥ ـ جزءاً: جزءاً من واحد في ب.

تداويرها - لمقارنتها للشمس. ويتعذّر في الزهرة وعطارد في أبعادهما القريبة أيضاً ⌐لما قلنا، وأنّ أبعادها الوسطى أكثر رصد من غيرها. م ١٠٤ ظ

فأمّا في عطارد فإنّ الأمر فيه كما قال بطلميوس. ومن أجل صغر جرمه قد يُخلّ برؤيته فيبلغ غاية بعده عن الشمس فلا يرى في بعض تغريباته وتشريقاته.

وأمّا الزهرة فلعظم جرمها تُرى وهي قريبة من الشمس جداً. ولذلك ترى وهي قريبة من بعدها الأقرب من التدوير.

ونحن نرى أنّ قياس أقطار المتحيرة إنما كان وهي في اعظم ما تكون في الرؤية، وذلك حين تكون في أقرب قربها. وفي الزهرة بالقرب من ذلك. لأنّا لو جعلنا ذلك لها في بعدها الأوسط لكان يوجد قطرها وهي في بعدها الأقرب نحواً من خمسين قطر الشمس، ونحن لا نراه كذلك، وكان يوجد قطر المريخ وهو في أقرب قربه أعظم من قطر الزهرة وهو لا يرى كذلك. وسيتضح ذلك في مواضعه.

ونحن نستخرج أقطار الكواكب على أنّ هذه النسب لها حين تكون في أبعادها الصغرى، ما خلا عطارد لتعذّر ذلك فيه. وقد تبيّن بالمقدّمات التي سبق ذكرها أنّ نسبة /بعد الشمس الى حصة الكوكب منها كنسبة بعد الكوكب الى قطره. وبعد الشمس الوسط، ١٨٥ و
وهو المقيس عليه في جميع الكواكب، شي واحد مشترك. وأمّا ابعاد سائرها فمختلف.

فأمّا كوكب عطارد فإن بعده الوسط بما به نصف قطر حامله س، س جزءاً وصفر دقيقة. وأما بالمقدار الذي يكون به قطر الأرض واحداً سح بالتقريب. فإن شئنا ضربنا بعد الكوكب في أربعة دقائق - التي هي حصة عطارد من قطر الشمس - لأنّ قطر الشمس اذا جعل ستين دقيقة كانت حصة عطارد منها جزءاً من ١٥ وهو د من ستين - فيخرج ٢٧٢ دقيقة. فإذا قسمنا الخارج على ماية وعشرة - الذي هو بعد الشمس الوسط بما به

---

١ - تداويرها: ب تضيف «وفي القريبة حين تكون في حضيض التداوير» وسقط بعد ذلك في ب حوالى ٣٥ صفحة. وفي اسفل ص. ب ٩٩ ظ أشار الناسخ الى مقابلته للنص بعبارة «بلغ مقابلة».
٤ - عن: من في م.
٧ - في: سقطت في م.
٩ - نحواً: نحو في ب و م.
١٤ - كنسبة: لنسبة في م.
١٦ - بعده: بعدها في ب و م. س: سقطت احداهما في ب و م واثبتت هنا ليستقيم النص.
١٧ - واحداً: واحد في ب و م.

قطرها واحداً ـ خرج ح ب كح ه. وان شئنا ضربنا الخمسة عشر السميّة بحصة الكوكب في المائة والعشرة ـ التي هي بعد الشمس ـ فما بلغ قسمنا عليه بعد عطارد فيخرج مثل الأول، وهو ح كز نا من قطر الأرض، وهي جزء من كج لا من واحد بالتقريب. فهذا أقل ما يمكن أن تكون نسبة قطر هذا الكوكب من قطر الأرض. ويجوز أن يكون قطره أكثر مما قلنا متى كان بعده أكثر مما عملنا عليه. وقد تقدّم شرح ذلك.

وأمّا قطر الشمس [1] فمفروغ منه وقد تكرّر ذكره. م ١٠٥ و

وأمّا قطر القمر في بعده الأوسط فقد قال انّه مثل وثلث قطر الشمس في الرؤية. لكنّ بعد القمر الأوسط بالنسبة الى فلكيه بما به قطر الأرض واحداً يكون كد كه م. فإذا ضربنا هذا البعد في الحصة، وهي مثل وثلث كان الخارج لب لد يج وهي الحصة. فإذا قسمت على بعد الشمس لب لد يج الذي هو ق ي خرج نز دقيقة مه ثانية نو ثالثة من واحد ـ هو قطر الأرض.

وأمّا كوكب الزهرة فإنّه لمّا تبيّن انّه فوق الشمس فيتقدّم على معرفة أبعادها معرفة البعد الأبعد للشمس. ولمّا تبيّن أنّ نسبة ما بين مركز الفلك الحامل للشمس وبين مركز الأرض الى نصف قطر الحامل كنسبة الواحد الى كد، وكان نصف قطر الحامل هو البعد الأوسط من أبعاد الشمس، وقد تبيّن أن البعد الوسط للشمس بما به قطر الأرض واحداً ٦٠٥، فيكون ما بين المركزين بما به قطر الأرض واحداً كه يب ل. ونصف قطر جرم الشمس ب مه. واذا جمعنا ما بين المركزين الى نصف قطر الشمس كان ذلك كز نز ل. فإنْ نقصناها من البعد الوسط للشمس حصل لنا أقرب البعد لمحيط جرم الشمس ٥٧٧ ب ل. وان نحن زدناها على البعد الوسط حصل لنا أبعد البعد لمحيط الشمس من مركز / الأرض ٦٣٢ نز ل. ١٨٥ ظ
ولأنّ قطر كوكب الزهرة على ما سيظهر عن قرب ح لد لب كز فنصف قطر الزهرة اذاً ح يز يو يج. واذا زدناها على أبعد البعد للشمس حصل أقرب القرب لمركز الزهرة ٦٣٣ يد دقيقة مو ثانية. ونسبة أقرب قربها الى أبعد بعدها كنسبة يه له الى قد كه. واذا جعلنا

١، ٨، ١٥، ١٦ ـ واحداً: واحد في بر و م.
١٨ ـ الوسط: الأوسط في م. لمحيط: بمحيط في بر.
٢٠ ـ ح لد لب كز : ح ب ح لد لب كز في م.
٢٢ ـ مو : هو في م.

١٨٥ ظ

هـذه النسبة في أعـداد صحاح كـانت كنسبـة ١٨٧ الى ١٢٥٣ . وانّمـا نقلنـاهـا الى اعـداد صحاح ليسهل الضرب والقسمة لا غير.

فاذا ضربنا أقرب بعد الزهرة بما به قطر الأرض واحداً في العدد الثاني، وقسمنا الخارج على العدد المقدّم حصل لنا أبعد البعد لمركز الزهرة بقطر الأرض ٤٢٤٣ ه دقيقة، ويكون بعدها الوسط ٢٤٣٨ كـ دقيقة.

فأمّا نحن فإنّما نستعمل النسبة المذكورة لقطر الزهرة من قطر الشمس حين تكون أعظم ما ترى. وذلك حين تكون قريبة من حضيض التدوير. م ١٠٥ ظ

فأمّا ابرخس ـ وهو الذي أخذ عنه بطلميوس هذه النسب الموضوعـة لأقطار الكـواكب الى قطر الشمس ـ فقال بطلميوس انّه لم يعيّن في أيّ بعـد من أبعادهـا كان رصـده لها. قـال بطلميوس: ولكنا نحن نرى أن ذلـك يكون في بعـدها الـوسط. وذلك لأنها كثيـراً ما تـرصد هنالك. وبنى أمره على هذا الظن. وإنّه لفاسد على ما سيظهر لك ممـا نقولـه. وذلك انّـا متى جعلنا هذه النسبة للزهرة في بعدها الوسط تبيّن أنّ قطرها يخرج بالحسـاب في هذا البعـد مثل قطر الأرض مرتين وخمسي † مرة. فكانت اذا وصلت الى بعدها الأقـرب يرى قـطرها أعـظم من خمسي† قطر الشمس، ونحن لا نجده كذلك. فـأمّا اذا جعلنـا لها هـذه النسبة في بعـدها الأقرب، وأخذنـا من بعد الـزهرة الأقـرب عشرة فقسمناه عـلى بعد الشمس ـ بمـا به قـطرها واحداً وهو قي ـ حصل لنا قطر كوكب الزهرة ج لد لب كز بما به قطر الأرض واحداً.

وأمّا بعد مركز المرّيخ فنقول: لما تبيّن مقدار قطر الزهـرة وجب أن نزيـد نصف قطرهـا على أبعد البعد لمركزها فيحصل أقرب القرب لجرم المريخ، وهو ٤٢٤٣ كج دقيقة. فإذا زدنـا عليه نصف قطر المرّيخ ـ وهو على ما سيظهـر عن قريب ج نـز نب م ـ حصل البعـد الأقرب لمركز جرم المريخ ـ وهو لمركز المريخ ٤٢٤٤ وكا دقيقة. ونسبة أقرب القرب لكوكب المريخ الى أبعد بعده كنسبة يدل الى قه ل، أعني كنسبة ٢٩ الى ٢١١ . فاذا ضربنا العدد الذي هو أقرب قربه ـ وهو ٤٢٤٤ وكا ـ في العدد الثاني ـ وهو ٢١١ ـ وقسمنا الخارج على العدد المقـدّم ـ وهو ٢٩ ـ حصـل لنا أبعـد البعد لمركز كـوكب المريـخ ٣٠٨٨١ يح دقيقـة يح

٣، ١٦ ـ واحداً: واحد سقط في ب و م.
١٠ ـ ان: وان في م، في: سقطت في م.
١٣ ـ الأقرب: م تفضيف الأصغر.
١٣، ١٤ ـ †...†: سقطت في م.
٢٣ ـ ٣٠٨٨١ : ٣ج٨٨١ في بن و م، أمّا الصفر في ٢٠ فقد ورد نقطة في بن و م وورد كـذلـك ٣٠٨٨١ في بن ١٨٦ و.

ثانية. ويكون/ بعده الوسط ١٧٥٦٢ مط دقيقة. فنستخرج قطر كوكب المريخ بالطريق التي ١٨٦ و تقدم ذكرها، فيخرج انه مه يح ، على أن النسبة الموضوعة لقطره من قطر الشمس - اعني حصته وهي ١ من ٢٠ - متى كان في بعده الأصغر للعلّة التي تقدم ذكرها في الزهرة.

وأيضاً لو كانت هذه النسبة له في بعده الوسط لكان قطره سيخرج بالحساب ثمانية أمثال قطر الأرض بالتقريب. فكان يرى وهو في أقرب قربه أعظم من قطر الزهرة وهي في أبعد بعدها، ⌐فيرى أكبر منها. لكنّه ليس يرى كذلك. فلأنّا اذا حسبنا على رأي بطلميوس م ١٠٦ و مقدار وتر القوس التي يوترها قطر الزهرة حين تكون في أقرب قربها يخرج أقل من أربعة أمثال قطر الأرض. فلذلك قلنا انّ المريخ كان يرى قطره في أقرب قربه اعظم من قطر الزهرة مرتين في أقرب قربها.

فأمّا بعد مركز كوكب المشتري فإنّا نزيد على أبعد البعد لمركز المريخ وهو ٣٠٨٨١ يح دقيقة بقدر نصفي قطري المريخ والمشتري كما سبق، فيحصل لنا البعد الأقرب لمركز كوكب المشتري. فأمّا نصف قطر المريخ ح نز نج وأمّا نصف قطر المشتري على ما سنبيّن يا مب ح . فيكون أقرب القرب لمركز كوكب المشتري بما به قطر الأرض واحداً ٣٠٨٩٤. ونسبة أقرب قرب المشتري الى أبعد بعده كنسبه مه مه الى عد يه وهي كنسبة ١٨٣ الى ٢٩٧ . فاذا سلكنا الطريق المذكور في الضرب والقسمة خرج لنا أبعد بعد مركز كوكب المشتري ٥٠١٣٩ كـ ، ويكون بعده الوسط ٤٠٥١٦ وم دقيقة. واذا عملنا في أصغر أبعاد المشتري كما عملنا في غيره، فقسمناه على ما يخرج من مضروب حصته، وهي يب ح ، في قي - التي هي بعد الشمس - خرج لنا قطر كوكب المشتري بما به قطر الأرض واحدا كج كد يو .

فإذا زدنا على البعد الأبعد للمشتري كد كب يا التي هي مجموع نصف قطر جرمه - وهو يا مب ح - ونصف قطر جرم زحل - وهو على ما تبين يب م ج - حصل لنا البعد

---

٢ - انه مه يح : ن مه يح في بر.
٧ - وتر: وتري في م.
١٣، ١٩ - واحداً: في بر وم.
١٦ - ٤٠٥١٦ : تكتب بر وم الصفر بشكل ح المجاني في هذا الرقم.
٢٠ - زدنا: زدناه في بر وم.

الأقرب لمركز كوكب زحل بما به قطر الأرض واحداً ٥٠١٦٣ مب دقيقة يا ثانية. ونسبة أقرب قرب مركز زحل الى ابعد بعده كنسبة ن ه الى سط نه - وهي كنسبة ٦٦١ الى ٨٣٩ - فيكون أبعد البعد لمركز كوكب زحل - بما به قطر الأرض واحداً ٧٠٠٢٨ نب دقيقة كا ثانية، ويكون بعده الأوسط ٦٠٠٩٦ ويز دقيقة. واذا قسمنا بعده الأصغر على مضروب حصته من الشمس - وهي يح ه - في قي - وهو بعد الشمس - خرج لنا قطر كوكب زحل بما به قطر الأرض واحداً كه يه .

فاذا زيد على البعد الأبعد لزحل/ نصف قطره - وهو يب لز ل - ونصف قطر أعظم ١٨٦ ظ الكواكب الثابتة - وهو يه نه ل - حصل لنا أبعاد مراكز ⌐الكواكب التي في القدر الأول من م ١٠٦ ظ الكواكب الثابتة † ٧٠٠٥٧ كه دقيقة كا ثانية†، بما به قطر الأرض واحداً. واذا قسمنا هذا البعد على قي خرج لنا ٦٣٦ نج دقيقة.

فإذا قسمنا هذا العدد على ك - أعني حصة الكوكب - خرج لنا قطر الكواكب التي في العظم الأول.

واذا قسمناه على كب خرج قطر الكواكب التي في العظم الثاني.

واذا قسمناه على كد خرج قطر الذي في العظم الثالث.

واذا قسمناه على كو خرج قطر الذي في العظم الرابع.

واذا قسمناه على كح خرج قطر الذي في الخامس.

واذا قسم على ل خرج قطر الكواكب التي في العظم السادس.

فتكون اقطار كل واحد من الكواكب الثابتة أمّا التي في العظم الأول لا نا ، وأمّا اقطار التي في القدر الثاني كح نز ، وأما التي في القدر الثالث كو لب ، وأمّا التي في القدر الرابع كد كط ، وأمّا التي في العظم الخامس كب مد مه ، وأمّا التي في العظم السادس كا يد .

١، ٦، ٩ - واحداً: واحد في بر وم.

٣ - واحداً: سقطت في بر وم.

٩ - †...†: ٧٠٠٥٧ كه كا دقيقة في بر وم وقد سقطت «دقيقة» في م.

١٨٦ ظ

ويكون أبعد البعد لكرة الكواكب الثابتة ٧٠٠٧٣ ونصفاً تقريباً.

ولمّا تبيّنت مقادير أقطار هـذه الكواكب بمـا به قـطر الأرض واحداً، وقـد تبيّن في ثـانية عشر أوقليـدس أنّ نسبة الكـرة الى كرة أخـرى كنسبة مكعّب قـطرها الى مكعّب قـطر الكـرة الأخرى، وكان مرادنا أن نعلم مقادير أكر هذه الكواكب عند كرة الأرض، وكان مكعب قطر الأرض إنّمـا هو واحـداً، فيكون متى كعّبنـا قطر واحـد واحد من الكـواكب حصل لنـا نسب مكعباتها من مكعب قطر الأرض؛ فتحصل نسب أكرها من كرة الأرض.

وقد بيّن بطلميوس في المجسـطي أن كرة الشمس مثـل كرة الأرض مـاية وسبعـين مرة، وهي على ما ذكر من نسبة قطرها الى قطر الأرض تكون ماية وستة وستين وربعاً وثمناً؛ اللّهمّ الّا أنّه كان قد اهمل في قطر الشمس ا مه ثواني لم تُذكر في النسبة، وربّما يكون قد استعملها في التكعيب.

وقال في المجسـطي انّ جرم القمر جزء من تسعة وثلاثين وربـع، والواجب لط نـز لج من جرم الأرض.

فهذا جميع ما أُخذ عنه في الاجرام من المجســطي. وذكر في كتاب الاقتصـاص أنّ جـرم القمر جزء من أربعين جزءاً من الأرض وهو أقرب الى الحق من قوله في المجسـطي، ⌐في هذا م ١٠٧ ا الموضع خاصة لما شرحنا قبل.

وأمّا قطر كوكب عطارد فقـد بيّن أنّـه لا يكون أقـلّ من دقيقتين وثـلاث وثلاثـين ثانيـة وخمس ثوالث. ومكعبه خمس عشرة ثالثة وسبع رابعه. ونسبـة جرمـه الى جرم الأرض كنسبـة الواحد الى اثني عشر ألفاً وثمان مائة وتسعة عشر.

---

١ ـ ونصفا: ونصف في بر وم.
٢ ـ اقطار: مكررة في م. واحداً: واحد في بر وم.
٥ ـ انما هو: على هامش بر. واحد: سقطت في بر.
٧ ـ وسبعين: وسبعون في بر وم.
٨ ـ وربعاً وثمناً: وربع وثمن في بر وم.
١١ ـ جرم: لرم في م.
١٦ ـ وثلاث: وثلثة في بر وم.
١٧ ـ ومكعبه: ومكعب في م. خمس عشرة: خمسة عشر في بر وم.
١٨ ـ الفاً: الف في بر وم.

وأمّا قطر كوكب/ الزهرة فقد تبينّ أنه ح لد لب كز ثالثة ومكعبه صفر يا كز يح . ١٨٧ و
ونسبة جرمها الى جرم الأرض كنسبة الواحد الى ١٤ بالتقريب.

وأمّا قطر كوكب المريخ فقد تبينّ أنّه انه مه يح ، ومكعّبه ز ے ند كد . ونسبة جرمه الى جرم الأرض كنسبة سبعة وسدس الى الواحد بالتقريب.

وأمّا قطر كوكب المشتري كج كد يو . واذا كعّبناه كان مكعبه ١٢٨١٢ نـد يه . فنسبة جرمه الى جرم الأرض كنسبة اثني عشر ألفاً وثماني مائة وثلاثة عشر الى الواحد بالتقريب.

وأمّا قطر كوكب زحل فقد تبينّ أنّه مثل قطر الأرض كه كـو ومكعّبه ١٦٢٥٨ كب بالتقريب. ونسبة جرمه الى جرم الأرض كنسبة ستة عشر ألفاً ومائتين وثمانية وخمسين وثلث الى الواحد.

وأمّا قطر اعظم الكواكب الثابتة فقد تبينّ أنه لا نا . ومكعبه ٣٢٣٠٩ وثلث. ونسبة جرم كوكب منها الى جرم الأرض كنسبة اثنين وثلاثين الفاً وثلاثمائة وتسعة وثلث الى الواحد.

وأمّا قطر أصغر الكواكب الثابتة فقد تبينّ أنّه كا يـد ، ومكعبه ٩٥٧٣ ط دقيقة. فنسبة جرم أصغر كوكب من الثوابت - وهي التي من القدر السادس - الى جرم الأرض كنسبة تسعة آلاف وخمسمائة وثلاثة وسبعين و ط دقيقة الى الواحد.

وبعد اذ قد تبيّنت أقطار الكواكب التي فيما بين القدر الأول والقدر السادس فمن البينّ أن معرفة نسبة أجرامها الى جرم الأرض سهل لمن أراد ذلك. وأما معرفة أقدار بعضها عند

---

١ - كز : لز في بر و م (انظر ورقة ٨٥ ظ).
٢ - إلى٢: سقطت في بر. ١٤ : ٤٤ في بر و م ولعلّها من خطأ النسّاخ. أمّا الأرقام الباقية في هذا الفصل فقد أثبت حسابها بالكسور وعلى طريقة العرضي في التعليق الملحق بالنص الانكليزي فلتطلب من هناك.
٤ - بالتقريب: على هامش بر.
٦، ٩: الفاً: الف في بر و م.
٨ - و : ز في بر.
١٣ - يد : ند في بر.
١٧ - اقدار: اقطار في م.

بعض فيعلم من قبل أقطارها. فعلى هذا تكون أعظم الأجرام السماويّة من أجرام الكواكب الكواكب التي في القدر الأول. وبعدها في العِظَم التي في القدر الثاني، وبعدها التي في القدر الثالث. وبعد هذه جرم كوكب زحل. وبعده في العظم اجرام الكواكب التي في القدر الرابع. وبعدها جرم كوكب المشتري. وبعده اجرام الكواكب التي في القدر الخامس. وبعدها أجرام الكواكب التي في القدر السادس. وبعد هذه في العظم جرم الشمس. وبعده في العظم جرم | المريخ. وبعده في العظم جرم الأرض. وبعدها في العظم جرم كوكب الزهرة. وبعدها جرم القمر، وبعده في العظم جرم عطارد وهو أصغر الأجرام التي ترى في السماء. م ١٠٧ ظ

فهذا جملة ما ادّى بنا الحساب الذي لزم عن الأصول الموجودة في **المجسطي** لزوماً قطعياً بالضرورة. وتركنا ما أصّلناه في هيئتنا لأنّا لو عملنا بمقتضى أصولنا لكان لقائل أن يقول إنّما وقع هذا الاختلاف الفاحش لأجل الخلاف بين الأصلين. فلذلك لم نعمل عليه وعملنا على ما يلزم من قول بطلميوس فأدّى بنا الى ما شرحناه من أمرها.

/وبعد فأني اقسم بالله العظيم على متصفح كتابي أن لا يبادر الى دفع ما لم يألفه سمعه فيقابله بالتكذيب ما لم يحط به علماً ان كان عالماً بهذا الفن. فإن لم يكن عالماً به فلا ينكره. فإنّ القدرة الإلهية أعظم من أن يعجزها شيء. فأمّا من بحث فانصف وفتّش عن الأصول وسلك الطريق فظهر له فساد فعليه أن يبيّنه ولا لوم. ١٨٧ ظ

وبَعد فإنّ بطلميوس لم يكن قاطعاً بأنّ ما ذكره من الأبعاد والأجرام على ما قال فيها لأنّه اتبع هذا الفصل بهذا القول: «ونستثني أيضاً فنقول إنْ كانت أبعادها على ما ذكرنا فإنّ عظم اجرامها يكون كما قلنا. وإن كانت ابعادها أعظم مما وصفنا ـ اذ كان لا يمكن أن تكون أقل مما قلنا ـ فإنّ عظم اجرامها سيكون اعظم مما قلنا». وليس هذا القول مما يوجب الطعن على عمله، لكنّا قد بيّنّا وجه فساده فيما وصفناه قبلُ.

---

١ ـ الكواكب: سقطت في م.
٩ ـ لزوماً: الزوما في م.
١٠ ـ عملنا: علمنا في م.
١٦ ـ فظهر: وظهر في م.
١٨ ـ فنقول: فقال في ب، و م.
٢٠ ـ أقل: سقطت في ب. قلنا: عبارة بطليموس في الاقتصاص ص. ٣٣ سطر ٢٤ وما يلي: ونستثني ها هنا أيضاً فنقول إنه ان كانت ابعادها كلها على ما ذكرنا فإن عظم اجرامها يكون على ما قلنا. وان كانت ابعادها اعظم ممّا وصفنا ـ اذ كان لا يمكن أن تكون أقل مما قلنا ـ فإنّ عظم اجرامها كلها اكثر مما قلنا».
٢١ ـ وصفناه: وصفنا في م.

فصل: في ظهور الكواكب واختفائها وهي عند الآفاق وقوس رؤيتها.

وقد حدّ ذلك بطلميوس في الأفق الغربي بقوس من دائرة السمت. وهذه الحال توجد للكواكب عند الأفق الشرقي بالغداة قبل طلوع الشمس وبالعشي بعد غروبها. ويكون لها هذه الحال على ضربين: احدهما أوّل ظهور الكواكب عند الأفق بعد أن كان مختفياً في شعاع الشمس، والأخرى توجد للكوكب آخر ما يرى وأوّل اختفائه في شعاعها. وفي كلا الحالين يكون وضع الشمس تحت الأفق، فتكون قوس انحطاط الشمس من ⌝الدائرة السمتيّة فيما م ١٠٨ و بين الأفق ومركز الشمس، وهي القوس المسمّاة بقوس الرؤية للكوكب. وهي مختلفة القدر في الكواكب لأسباب ثلاثة: أحدها من جهة اختلاف الكواكب بالعظم والصغر؛ فإنّ الأعظم قدراً يرى حين يكون بعد الشمس عن الأفق قوساً أصغر من القوس التي يرى منها الكوكب الذي هو أصغر قدراً. فلذلك تتأخر رؤية الكواكب الصغار ويتقدم اختفاؤها. والثاني اختلاف موضع الكوكب في القرب والبعد من الدائرة السمتية التي منها تكون قوس الرؤية. فإنّ ما قرب من الكواكب من الدائرة السمتية التي تمر بالشمس تبطيء رؤيته عن الكوكب المساوي له في القدر متى بعد عن هذه الدائرة، سيّما إنْ كان بعده عنها كثيراً. الثالث قرب الكوكب من مركز الأرض وبعده عنه. فإنّه اذا قرُب من البصر تكون قوس رؤيته أصغر مما تكون حين يكون أبعد. وذلك ليس لعظم جرمه فقط فيكون داخلاً في الأول. لكن ما كان أقرب الى البصر كان أصدق رؤية مما كان أبعد، وإن تساويا في قدر زاوية الرؤية، لأنّ البصر يألف/ المبصرات القريبة أكثر من ألفه للبعيد. والمألوف يكون ادراكه أسرع. ١٨٨ و

فأمّا الكواكب التي في العظم الأول من الكواكب الثابتة، فما كان منها على منطقة البروج وما قرب منها فإنّ قوس رؤيتها عند الأفق الذي تكون الشمس والكوكب عنده يكون يه جزءاً. وأمّا اذا كانت عند الأفق المقابل لأفق الشمس زل جزءاً.

وأمّا زحل اذا كان عند افق الشمس فقوس رؤيته يج، وعند الأفق المقابل له ول جزءاً.

---

٤ - للكواكب: فوق السطر في م. طلوع: الطلوع في م.
٦ - والأخرى: أي والحال الأخرى.
٨ - للكوكب: لكولب في م.
١٠ - قوساً: قوس في بر و م.
١١ - اختفاؤها: انثارها في م.
٢٢ - يج: يح في م.

١٨٨ و

وأمّا المشتري فعند الأفق الأول ط جزءاً وعند المقابل له دل جزءاً.

وأمّا المريخ فعند الأول يدل جزءاً وعند الثاني زيه .

وأمّا الزهرة فتكون قوس رؤيتها امّا في أوّل ظهورها بالعشيّات وآخر رؤيتها بالغدوات ز جزءاً وامّا في أوّل ظهورها بالغدوات وآخر رؤيتها بالعشيات ه جزءاً.

وأمّا عطارد ففي أول رؤيته بالعشيات وآخر رؤيته بالغدوات يب جزءاً، وأمّا في أوّل رؤيته بالغدوات وآخر رؤيته بالعشيّات ⌝ يا جزءاً. وهذه الحدود في كوكب عطارد تكون له ومركز تدويره في بعده الوسط وما يقرب منه. وأمّا اذا كان مركز تدويره في حضيض الحامل فإنّ قوس رؤيته تكون اقلّ ممّا حدّد له. وأمّا اذا كان مركز تدويره الى أبعد أبعاده فقد تخلّ رؤيته فيبطل ظهوره، فيبعد عن الشمس غاية بعده عنها ثم يقرب منها ولم يُرَ في ذلك البعد. م ١٠٨ ظ

فصل : في رؤية الهلال.

وأمّا قوس رؤية القمر في أول اهلاله وآخر ظهوره، فإنّ الأوائل لم ينقل عنهم في أمر رؤيته شيء وذلك لأمرين: أحدهما أنّ تحديد هذه القوس في القمر أصعب من باقي الكواكب، وذلك لأمور ستُذكر يصعب تحصيلها في كل شهر؛ والآخر انّه لمّا لم يكن لهم برؤيته اهتمام لا من أجل حساب الشهور ولا من أجل أمر دينيّ، فلم يذكروا في قوس رؤية القمر شيئاً. وذلك انّ شهورهم القمريّة ليست كشهور العرب، لكن شهورهم القمريّة انّما كانوا يأخذونها من قبل الحساب من اجتماع القمر بالشمس الى اجتماعه بها ثانياً. وقد يجعلون أيضاً مبدأ الشهر القمريّ من حين يقابل القمر الشمس الى حين يقابلها ثانياً.

وهذه الشهور القمريّة ليس لها عندهم اسمٌ ولا مبدأ معلوم يكون منه العدد في السنة. وهي تنقسم أولاً الى قسمين: أشهر وسطى وهي متساويات الأزمنة، واشهر حقيقية وهي مختلفة الزمان. فمنها اشهر عظمى وأشهر صغرى.

---

٤ ـ ظهورها: طيورها في م.

٨ ـ كان: سقطت في بت.

٩ ـ ظهوره: فوق السطر في م. يُرَ: يرا في بت، يرى في م.

١٩ ـ اسم: اسما في بت و م.

فأمّا الأشهر الوسطى فإنّها مستخرجة من حركتي النيّرين الوسطى بأن ننقص حركة الشمس الوسطى من حركة القمر الوسطى في الطول ونقسم الدور، وهو شس على ما يفضل/من حركة القمر على حركة الشمس الوسطى. فما حصل من القسمة فهو زمان الشهر ١٨٨ ظ
الوسط القمري وهو كط لا ن كـ .

وأمّا الأشهر القمريّة الحقيقية فإنهم يجعلونها من اجتماع القمر بالشمس الاجتماع الحقيقي الى مثله. فلذلك تختلف أزمان هذه الشهور فتكون أشهر عظمى ـ وهي التي تكون أزمانها أطول ـ وأشهر صغرى ـ وهي التي يكون زمانها اقصر. وقد تتفق فيها شهور وسطى وقد تقدم وصفها.

فأمّا الأشهر العظمى فهي التي يكون مسير القمر فيها مبطئاً ومسير الشمس مسرعاً، فيتأخر† لذلك زمان الاجتماع†.

⌐وأمّا الأشهر الصغرى فهي التي يكون مسير القمر فيها مسرعاً ومسير الشمس مبطئاً، م ١٠٩ و
فيقصر زمان الاجتماع.

فهذه فقط هي الأشهر القمرية التي كان يستعملها الرياضيون من أهل هذه الصناعة. وليس لهذه الشهور القمريّة عندهم ألقاب.

وأمّا شهورهم التي يسمّونها فإنّ عدتها عندهم اثني عشر شهراً فمنهم من جعل كل شهر منها ثلاثين يوماً وسمّوا كل يوم منها باسم خاص، وألحقوا بعد الشهر الأخير منها خمسة أيام سمّوها باللواحق والمسترقة. فتكون السنة عندهم شسه لكيلا تخالف سنيهم السنة الشمسية مخالفة كثيرة.

ومنهم من غيّر هذه القسمة، كالروم، فإنّهم يجعلون سبعة أشهر منها كل شهر لا يوماً. واربعة أشهر منها ل يوماً. وشهر شباط كح يوماً وربع. فتكون السنة عندهم شسه يوماً وربع يوم.

ومبادىء أيام هذه الشهور عند الأوائل من طلوع الشمس الى مثله. وأمّا العرب فإنّ

---

٢ ـ شس : شش في م.
٧ ـ زمانها: زمانا في م.
١٠ ـ †...†: تحت السطر في م.
١٦ ـ سمّوا: سقطت في ب.
٢٠ ـ السنة: فوق السطر في م.

مبادىء شهورهم القمريّة مأخوذة من أول ظهور الهلال للبصر بالعشيات وآخرها رؤيته بالعشيات ثانياً. فلذلك قدّموا الليل على النهار. فإنّهم يعدّون الشهر من عشيّة الليلة التي يرون فيها الهلال. فيجعلون تلك الليلة مع نهار صبيحتها يوماً واحداً هو أوّل أيام الشهر عندهم. وكذلك يتلونه بباقي الأيام الى آخر الشهر. وتأكّد ذلك بما ورد في الخبر عن النبي صلّى الله عليه وسلّم في أمر صيام شهر رمضان انّه قال: صوموا لرؤيته وافطروا لرؤيته. فجعل مبدأ الشهر من عشيّة أوّل الليلة التي يرى فيها الهلال بالأبصار، وآخره عشية أوّل ليلة يرى فيها، وهي أوّل الشهر.

ثم تتوالى الأيّام على نسق ما قلنا، فيكون الليل متقدماً على النهار في الأيام. ولّما كان مبدأ الشهر موقوفاً على رؤية الهلال بعد الغروب دعت الحاجة الى معرفة قوس رؤية الهلال، فنحتاج أن نجعل لرؤيته حدّاً يمكن فيه رؤيته. وقد قال المتأخرون في هذا الأمر - أعني رؤية الهلال - كلاماً مختلفاً، وأكثره لا طائل تحته.

١٨٩ و - م ١٠٩ ظ وقبل/ الشروع في هذا الأمر يجب أن نقدم ذكر الأسباب الموجبة لرؤية الهلال. ⌐فمنها ذاتية له: وهي عظم الجزء المستضيء من جرمه، وتأخر زمان غيبته بعد غيبة الشمس، وبعده عن الدائرة السمتية التي تمرّ بمركز الشمس؛ ومنها عرضيّة: وهي اختلاف عروض البلدان، وانكشاف الأفق، وصفاء الهواء، وحدّة البصر، ومعرفة درجة غروبه عن الأفق.

وأما أسبابه الذاتية، فنقول: لّما كان النور الذي يوجد في جرم القمر عند غروبه بعد غروب الشمس يختلف مقداره لاختلاف بعده منها. ويختلف ايضاً مكثه الى حين غروبه بعد غروب الشمس - وهو المسمّى بالدائر من الفلك لغروب القمر - وهو الماضي من الليل، ويختلف منظر القمر فيرى في غير الموضع الذي هو فيه - سيّما عند الأفق. ويختلف أيضاً اختلاف المنظر بقرب القمر وبعده من مركز الأرض. ويختلف أيضاً ارتفاع القمر وزمان مكثه فوق الأفق - مع اتحاد بعده من الشمس - في الأقاليم بسبب العرض وجهة العرض. فيجب على من حاول معرفة رؤية الهلال مراعاة هذه الأشياء المذكورة. فاذا فعل ذلك أمكنه أن يقف على الحدود التي يرى في مثلها القمر من غير خطأ.

فنقول: انّا متى حصلنا قدر المستنير من قطر القمر امكننا أن نجد قوس رؤية القمر ليلة اهلاله. واعني بقوس رؤية القمر، قوساً من الدائرة السمتية فيما بين الأفق الغربي وبين مركز الشمس حالة غروب القمر على ما ذكرنا في قوس رؤية الكواكب. لكن هذه القوس في

---

٢٣ - التي: الذي في بت وم.
٢٥ - قوساً: قوس في بت وم.
٢٦ - القوس في: على هامش بت.

القمر ليست واحدة كما في الكواكب، بـل هي مختلفة في القمـر بحسب اختلاف النـور الذي يرى فيه عند ليلة اهلاله.

فأقول: انًا متى راعينا مقدار النور الذي في القمر ليلة اهلاله، وقوس الرؤية المذكورة، دخل في ذلك جميع ما ذكرناه من الأمور الذاتية التي يجب مراعاتها.

فأمَّا المستنير من قطر القمر فإنَّما يحصل بواسطة البعد بين النيرين حالـة غروب القمـر. والبعد بينهما يعلم من قبـل موضعـه في الطول والعـرض. وطولـه وعرضـه يحصلان من قبـل معرفة الجزء الغارب ⌐من البروج حالة غروب القمـر. ومنه يعـرف الدائـر من الفلك لغروب م ١١٠ و القمر أيضاً.

واعني بالبعد بين النيرين قوساً من دائرة عظيمة تمر بطرفي الخطّين الخـارجين من البصر الى مركزي النيرين ثم الى الفلك الأعلى. ومتى لم يوجد فيما بين هذين الخطّين المارّين بمركزي النـيّرين قوس مّـا لا يكون في الصفحـة التي تلينا من جـرم القمر شيء من النـور أصلاً. لأنَّ صفحة القمر المستنيرة بضياء الشمس تكون أبداً مما يلي الشمس. وحينئذ يكون قـد ستر عنّـا جـرم الشمس فكسفها. وحينئـذ تكون الـدائـرة التي تحد بـين الجـزء المستضيء والمظلم من جرم/القمر منطبقة على قاعدة الصفحة التي نراها من كرة القمر، فلا نراه لعدم [توفّـر] شرط ١٨٩ ظ الرؤية، وهو اضاءة الجسم الكثيف المرئيّ من نفسه أو من غيره.

فـاذا بَعُد عن الشمس بعـداً ما مـالت الدائـرة الفاصلة بـين المضيء والمظلم من جـرم القمر، فقاطعت الدائرة التي هي قاعدة مخروط البصر المحيط بجرم القمر، فيحصل في قاعدة المخروط جزء رقيق من الصفحة المستنيرة بنور الشمس. وكلما ازداد القمر بعـداً عن الشمس اتسع ما يقع بين هاتين الدائرتـين من الجزء المستنـير من القمر - وهـو المسمّى بالهـلال. وكلّما كان هذا الجزء أعظم كانت الرؤية امكن، وبالعكس من ذلك.

فينبغي أن نجد المقدار المستنير الذي يمكن عنده رؤيته فنقـول: إنَّ الذي نـراه من كرة القمر واكر سائر الكواكب انما هو قطعة تحويها دائرة هي أصغر من أعظم دائـرة تقع في كـرته بما ليس له عظيم قدر. فلذلك جعلوا قطر هذه الدائـرة قطر الكـوكب. ولمَّا كـان قطر القمـر وهو في أبعد ابعاده يكون مساوياً لقطر الشمس في الرؤية فهو في باقي ابعاده يكون اعظم منه في الرؤية. فأمَّا في الاتصالات فتزيد رؤيته حين يكون في حضيض التدوير على رؤيته وهـو في

---

٣ - الرؤية: رؤية في م.

١٣ - فكسفها: فكشفها في م.

١٤ - توفر: سقطت في بر و م واضيفت ليستقيم المعنى.

١٥ - وهو: وهي في بر و م.

١٦ - بعداً: سقطت في م، بعد في بر.

٢٢ - واكر: واكثر في م، انما: أنّا في م.

ذروته، ومركز التدوير فيهما في موضع واحد. فيكون قطره متى كان في حضيض التدوير مثل سدس قطر الشمس بالتقريب. †ولذلك تُجعل حصة الكوكب من قطر القمر حين يكون في أبعد بعده† | كحصته من قطر الشمس. م ١١٠ ظ

فمن البيّن أنّ القمر متى كان المستنير من قطره وهو عرض الهلال مساوياً لقطر كوكب فإنّ قوس رؤية الهلال، اذا كانت مثل قوس رؤية ذلك الكوكب، كانت رؤيته امكن من رؤية الكوكب من وجهين: احدهما ما في الهلال من الزيادة في طول المستنير منه، والثاني قربه من البصر.

فأمّا قطر القمر فيزيد في العظم على قطر الشمس في غالب الأمر. فمتى علمنا قدر المستنير من القمر عند غروبه علمنا قوس رؤيته من جهة الكوكب الذي قطره مساو لعرض الهلال.

فعلى ما قد تبيّن يكون الهلال متى كان فيه من النور خمسا اصبع، وهي جزء من ثلاثين جزءاً من قطر دائرة القمر، تكون رؤيته أبين من رؤية الكواكب التي في القدر السادس. فإن قيل فلمَ لا نراه حين يكون فيه مثل هذا القدر من النور؟ فالجواب أنّ المانع من ذلك هو قربه من الشمس، وصغر قوس رؤيته. وذلك أنّ هذا القدر من الضياء إنّما يوجد في القمر حين يكون بعده المأخوذ من الدائرة المرسومة على مركزي النيرين لوقت غروب القمر ستة أجزاء. ومعلوم أنّه متى لم يكن بعد الشمس من القمر من الدائرة السمتية، يكون قوس البعد بين درجتي النيرين أعظم من قوس الرؤية. /لكن قوس البعد ههنا اصغر بكثير من قوس رؤية ما ١٩٠ و
هو أعظم من هذا القدر من الكواكب فلذلك لا يُرى.

وأمّا اذا كان المستنير منه نصف أصبع، وهي جزء من أربعة وعشرين من قطر القمر، فإنّ رؤيته لا تقصر أن تكون مثل رؤية الكواكب التي في العظم الأول، أو كوكب المريخ. لكن قوس الرؤية لهذه الكواكب يه ، ومتى كان في نصف اصبع يكون بعد الشمس سبع درج ونصفاً، وهي أقل من قوس الرؤية بكثير لما هذا قدره من الكواكب، فلا يوثق برؤيته.

وأمّا اذا كان المستنير ثلثي اصبع، وهو جزء من يح من القطر، فإن كان القمر في

٢، ٣ - †...†: تحت السطر في م.
٤ - عرض: فوق السطر في م.
١٢ - القدر: قدر في م.
١٣ - فيه: سقطت في ب.
٢١ - يكون: ويكون في م.
٢٢ - ونصفاً: ونصف في ب و م.
٢٣ - ثلثي: ثلثين في م.

١٩٠ و

أعالي التدوير فقوس بعده عنها يكون عشرة أجزاء. وان كـان ⌐في أسافله يكـون ثمانيـة اجزاء وثلثين بالتقريب. م ١١١ و

فنقـول: إنّ القمر وان كـان بعده من الشمس هـذه الأجـزاء التي هي أقـل من قـوس الرؤية للكواكب التي لها مثلُ هذه الحصة من جرم الشمس، فإنّه لا تمتنع الرؤيـة فيه لمـا قلناه قبل، اذ كانت قوس الرؤية مع هذا البعد لا تنقص عن سبعة أجزاء.

أمّا اذا كان المستنير منه نصفاً وربع †اصبع، وهي جزء من خمسة عشر من قطره، فـإنّ بعده يكون احد عشر جزءاً ونصفاً وربعاً† من الشمس ان كان في ذروة التدوير. وان كان في حضيضه فاقلّ من عشرة وربع. فقوس رؤيته ستكون سبع درج أو أكثر من ذلك. ومتى وجد له ذلك فانّه يرى.

وأمّـا اذا كان المستنير من قطره أربعـة اخماس اصبـع وهي ثلثا العشر من قـطره يكون بعـده من الشمس يب درجة ان كـان في الذروة، وان كـان في حضيضه فـأكثر من ے كـ، ورؤيته أولى.

وأمّا اذا كان فيه من النور اصبع واحدة، وهي جزء من اثني عشر من قطره، فإنّ قوس بعـده يكون .يـه ان كان في ذروة التـدوير، وان كـان في حضيضـه يب يب بـالتقـريب. وقوس رؤيته لا تنقص عن يب جزءاً، فرؤيته ابين.

وينبغي أن يُحصِّل في هذا الأمـر اختلاف المنـظر اللاحق للقمـر فيحسب به ليـزاد على القـوس التي تحد للرؤيـة، وهي على مـا ظهر بـالوجـود في رؤية الهـلال ستة أجـزاء من دائرة الارتفاع. فهذا المقدار كاف في تحديد رؤية المستنير من الهلال.

وأمّا الحاجة الى القسي المذكـورة في صدر هـذا المطلب، فـأمّا قـوس الدائـر من الفلك لوقت غروب القمر فإنّ منـه يعرف الجـزء الغارب من الـبروج† وموضـع القمر من الـبروج† لوقت الغروب وعرضه أيضاً. ومنها يعـرف بعده. ومن بعـده يعرف قـدر المستنير من قـطره. ومن الجـزء الغارب منـه يعرف قـوس انحطاط الشمس عن الأفق وقت غـروب القمر، وهي قوس رؤية الهلال.

---

٢ ـ وثلثين: وثلثي في بر و م.
٣ ـ الشمس: فوق السطر في م.
٤ ـ الرؤية للكواكب: رؤية الكواكب في م.
٦ ـ نصفاً: نصفٌ في بر، نصف في م.
٦، ٧ ـ †...†: سقطت في م.
٧ ـ ونصفاً وربعاً: ونصف وربع في بر.
٢٠ ـ †...†: سقطت في بر.

وأمّا الذين يحدون قوس الرؤية فيجعلونها يب درجة ويأخذون ذلك من جهة الدائر من الفلك فيزيدون عليه ثلثي/ العرض أو العرض كلّه ان كان العرض شمالياً، وينقصونه ١٩٠ ظ منه ان كان جنوبياً فما حصل أو بقي يسمّونه قوس الرؤية. ثم يقابلون بهذه القوس القوس م ١١١ ظ التي حدّوها أولاً. فإن كانت اكثر من يب أو مثلها حكموا برؤية الهلال، وان كانت أقل من يب حكموا بعدم الرؤية.

فأقول: إنّ هذا رأي فاسد لأنّ الدائر من الفلك متى كان شيئاً واحداً في جميع الآفاق، وقوس الانحطاط بالنسبة الى الآفاق تختلف اذا كان الدائر واحداً، والضوء لا يتساوى الّا بتساوي الانحطاط؛ فلا يكون ضياء الآفاق متشابهاً ولا النور الذي في الهلال متساوياً.

وكذلك لو أُخذت هذه القوس من البعد بين النيرين من أجزاء فلك البروج، وهو مثل الأول باطل، فلا يُعتمد عليه.

فأمّا اختلاف منظر القمر وهو عند الأفق في الاتصالات التي تكون في أوائل الشهور وأوساطها فيختلف باختلاف بعده من الأرض. فإن كان القمر في ذروة التدوير فغاية اختلاف منظره جزءٌ واحدٌ وأربع دقائق. وان كان في حضيض التدوير فجزء واحد وثلاثة وأربعون دقيقة.

وأمّا قوس ارتفاع القمر وقت غروب الشمس فإنّها متى كانت أعظم كانت منزلة الهلال اعلى ومتى كانت أعلى ارتفع عن البخار الغليظ فيتقدم زمان رؤيته قبل وصوله الى الأفق. وأيضاً كلّما كان ارتفاعه اكثر طال مكثه فوق الأفق.

فأمّا المكث فإنّه يحصل من عمل الدائر من الفلك لوقت غروب القمر وقوس الارتفاع للقمر، فيستغنى عنها بقوس انحطاط الشمس لوقت مغيب القمر، فليس فيها عظيم نفع، لأنّ الهلال لا يرى مع غروب الشمس الّا وقد بعُد عن الشمس بُعداً كثيراً. وكذلك يكون فيه من النور قدر كثير، فيكون بَيِّن الظهور لذلك.

---

١ ـ الرؤية: رؤية في م. ذلك من: سقطت في ب.
٣ ـ بهذه: بهذا في م.
٤ ـ كانت: كان في ب وم.
٩ ـ وهو: سقطت في م.
١٥ ـ كانت[٢]: كان في ب وم.
١٦ ـ كانت: كان في ب وم.
١٨ ـ يحصل: حاصل في م. وقوس: فقوس في م.
١٩ ـ فيستغنى: ليستغنى في م. فيها: لها في م.
٢٠ ـ الّا: الى في م.
٢١ ـ النور: نور في م. لذلك: كذلك في م.

والكلام فيما يكون أخفى من هذا، فإنّه متى رئي وهو مرتفع، فرؤيته عند الغروب ابين وأظهر لكون الهلال في هذا الموضع في غاية زيادة النور فيه وغاية اظلام الأفق في زمان امكان رؤيته. وليس حاله وقت غروب الشمس ⌐كذلك. م ١١٢ و

فأمّا القسي التي ذكرنا أنّ مراعاتها واجبة، فمن البيّن أنّ جميعها داخلة في معرفة قوس الرؤية. وذلك أن معرفة قدر المستنير من القمر في وقت غروبه يستدعي معرفة قوس البعد. وقوس البعد إنّما يُعلم من قبل عرض القمر، والجزء الذي هو فيه من البروج وقت الغروب. ومعرفة ذلك من قِبل معرفة الجزء الغارب. ومعرفة الجزء الغارب من معرفة الدائر. فتحصيل المستنير† لوقت الغروب متوقف على معرفة هذه القسي. ومن القدر المستنير† يعرف قوس الرؤية. فهو آخرها معرفة وعليه المدار. فهذا جملة ما ينبغي أن يذكر في امر رؤية الهلال.

فأمّا الطريق التي منها يُعلم قدر المستضيء من قطر القمر/فقد يعلم ممّا أنا واصفه. فانّه ١٩١ و لمّا كان القمر حالة المقارنة للشمس لا يكون في الجهة التي تلينا منه شيء من النور. †واذا قابل الشمس† كان المستنير منه جميعه مواجهاً لنا. وهذا البعد هو قف جزءاً، وهي غاية البعد. وقد قسموا قطر القمر يب اصبعاً. فاذا قسمنا قف على يب كانت حصة الأصبع الواحد يه درجة. فاذا جعلنا الاصبع س دقيقة كانت حصة كل درجة من البعد د دقيقة من الأصبع. فقد صار اذاً إنْ كان البعد معلوماً فإن المستنير من قطر القمر معلوم وبالعكس.

فصل: في طلوع الفجر ومغيب الشفق.

وممّا يليق أن يتبع هذه الأشياء حد مطلع الفجر ومغيب الشفق، وبيان ما هما وما السبب الموجب لظهورهما. ويُرتقى من ذلك الى معرفة غاية ارتفاع الأبخرة التي تستصحب

---

١ - يكون: سقطت في م.
٤ - أنّ٢: انّها في م.
٥ - وذلك: كذلك في م.
٧ - معرفة٢: المعرفة في م. الجزء الغارب: جزء الغالب في م.
٨ - †...†: سقطت في م.
١٠ - فقد: وقد في م.
١١، ١٢ - †...†: سقطت في م.
١٣ - اصبعاً: اصبع في م.
١٤ - الأصبع: الأساع في م.
١٥ - معلوم: معلوماً في م.
١٩ - الابخرة: الأخره في م.

الهبآت اللطاف التي ترتقي من الأجزاء الأرضية والمائية.

فأمّا الفجر والشفق فانّهما متشابهان في الشكل؛ احدهما يكون من اقبال الشمس والآخر من ادبارها. فأمّا الوانهما فمختلفة باختلاف الأفق الذي يظهران فيه. فإنّ الشمس يُرى لونها عند طلوعها مخالفاً لرؤيته عند غروبها. وكذلك شعاعها وما يستضيء من الجو بضيائها حين تكون غائبة، فإنّه تابع م ١١٢ ظ ⌐لكيفية البخار في كلتا الجهتين. فما كان من ذلك من جهة المشرق فلونه الى الصفاء والبياض لغلبة الجزء الرطب فيه. وما كان في جهة المغرب فلونه الى الصفرة لغلبة الجزء الدخاني.

وأمّا اي شيء ذلك وما سببه فيحتاج الى تقديم مقدمات وتنبيهات: منها انّ ضياء الشمس منبث دائماً في كرة الفلك كلها وليس شيء منها محجوباً عن الشمس سوى ما يحويه مخروط ظل الأرض لكثافة جرمها. وأمّا كرتها لا ترى مستنيرة. فإنّ الضياء لا يظهر الّا عند انعكاسه عن الأجسام الكثيفة. فأمّا الأجسام المشفّة فلا ينعكس عنها. ولّما تبيّن أنّ جرم الشمس اعظم من جرم الأرض فيكون لذلك ظل الأرض مخروطاً قاعدته كرة الأرض، ورأسه يتجاوز فلك عطارد على ما تقدم ذكره. وهذا المخروط الحادث من ظل الأرض هو الليل. ولّما كنّا لا نرى فيما بين مغيب الشفق وطلوع الفجر في غاية الليل في جهة من الأفق شيئاً من الاستنارة سوى ما ذكرنا من الشفق عقيب غروب الشمس والفجر عند قرب طلوعها، وكان من المعلوم أنّ ضياء الشمس محيط بالمخروط، فتكون جميع الأفلاك مستضيئة بضياء الشمس - أعني لا ظلمة فيها. واكثر الهواء كذلك، ما خلا جزءاً يسيراً من فلكي القمر وعطارد بسبب طرف مخروط ظل الأرض. ومن أجل أنّ الأفلاك مشفّة في الغاية ينفذ فيها النور فلا ينعكس عنها، فلذلك لم نرها مضيئة.

وأمّا جرم القمر فلكثافته وصقال صفحته يعكس النور/ الواقع عليه من ضياء الشمس. ١٩١ ظ فلذلك تستنير جميع صفحته التي تقابل الشمس، ما لم يكن عند مقابلتها عند أحد المجازين أو قريباً منهما، فإنّه حينئذ يستتر كلّه أو بعضه بظل الأرض فيظلم. وذلك هو الكسوف.

---

١ - الهبآت: وردت فقط نقطتا التاء في بر، ولعلها الهباءات. الأرضية: العرضية في م.

٣ - ألوانهما: الوانها في بر و م.

٥ - كلتا: كلتي في بر و م.

٦ - والبياض: فوق السطر في م.

٩ - شيء: شيئاً في بر و م. محجوباً: محجوب في بر و م. سوى: سوا في بر و م.

١٢ - الأرض: للأرض في م.

١٤ - الليل: الميل في بر. نرى: بر تضيف «بين».

١٨ - ومن أجل: مكررة في م. في: فوق السطر في م. الغاية: للغاية في م.

٢٠ - فلكثافته: ما كثافته في م.

١٩١ ظ

وقد ذهب بعض الناس الى أنّ نور الكواكب كلها مستفاد من نـور الشمس قياساً على القمر. ولمّا لم يكن مخروط الظل يصـل الى افلاكهـا، لم يلحقها مـا لحق القمر من الكسـوف لقرب فلكه من الأرض.

⌐والصحيح أنّ انوار الكواكب انّما هي منها ما خلا القمر فـإنّ نوره من نـور الشمس، م ١١٣ و وقد تقدم شرح هذا أيضاً. فإنّ النور المستفاد مخالف لمـا يكون بـالذات. ولـذلك كـان ضوء القمر ناقصاً عن ضوء الشمس، وان كان جرمه يرى مثل جرمها، وهو اقرب الينا منها.

وأما أضواء الكواكب فإنّها مخالفة لضياء القمر. وذلك انّه يظهر لهـا بريق يغـرق البصر اكثر مما يوجد في القمر، مع صغر اجرامها في الرؤية وعظم جرمه في الرؤية.

ولمّا كان شعاع الشمس واقعاً على جميع الفلك في كل الليل، وكنّا لا نرى ما وقع عليـه شعاع الشمس من الفلك مستنيراً، لأنّ الجسم المشفّ لا ينعكس عنـه النور، فكـذلك حـال الهواء المحيط بالبخـار الذي ليس فيـه شيء من الهبآت، وهي التي تـرى في الهواء عنـدنا متى كـان الانسان في بيت مـظلم ودخل شعـاع الشمس من كوّة في حـائط أو سقف فيذهب عـلى استقامة حتى يصل الى الجدار المقابل للشمس أو الأرض. فإن الانسان يرى في الشعاع الممتد فيما بين الكوّة ومنتهى الشعاع اجزاء كالشعيرات الرقاق جداً وغـيرها وقـد استضاءت بضيـاء الشمس. ومتى حُرّك الهواء الذي هو فيه تحركت كتحريكه. وكذلك لو فرضنـا هذه الأجـزاء التي هي أكثف من الهـواء المطلق مكـوّنـة عن أبخـرة رطبـة مـائيـة لاستنـارت بنـور الشمس لكثافتها، ورئي النور فيها كما يُرى في السحاب وفي غيره من الأجسام الكثيفة.

فعُلم من هذا أنّ استنارة هذه الأشياء انّما هو لكثافتها، فيُرى الضوء فيها كما يُـرى على الأجسام التي في البيت المظلم التي يُرى بها الشعاع الممتد من الكوّة الى منتهى الشعاع. وهذه الأجزاء هي التي تستضيء بالنور فترى مضيئة عند افقي المشرق والمغـرب حالـة قرب الشمس م ١١٣ ظ منهما. والأشياء التي فيها كثافـة اذا وقع عليهـا شعاع الشمس استضـاءت به وانعكس عنهـا ـ سيّما أن كانت صقيلة أو شديدة البيـاض. فإنّها متى استضـاءت بالشعـاع انعكس عنها ضيـاء اقوى ممّا ينعكس عن الأجسام⌐ التي ليست كذلـك ـ أعني الحسنة السـطوح والمغيرة الألـوان.

---

٥ ـ ضوء: صغر في م.
٦ ـ ناقصاً: ناقص في م.
٧ ـ بريق: بريقاً في بر و م. يغرق: اقرب الى «يفرق» في كل من بر و م ولعلّها كذا.
١٠ ـ فكذلك: وكذلك في بر و م.
١١ ـ الهبآت: انظر ورقة ١٩١.
١٧ ـ لكثافتها: لكنا فيها في م.
٢١ ـ فيها: على هامش بر. به: فوق السطر في م.
٢٢ ـ كانت: كان في بر و م.

واذا لاقى الشعاع المنعكس جسمٌ آخر كثيفٌ انعكس عنه ثانياً الى ما يحاذيه/ شعاع أضعف ١٩٢ و من الأول. فإن لقي الضياء المنعكس ثانياً جسمٌ آخر كثيف انعكس عنه ضياءٌ ثالث أقل من الثاني. وكذلك القول في الرابع. وكلّما كانت هذه الأضواء المنعكسة أبعد عن الأوّل كان ضوؤه انقص ممّا كان أقرب اليه، فينقص ضوؤها الى أن لا يُحسّ به، لأنّه يضعف كلما بعُد عن المبدأ.

ومن شروط ادراك البصر السليم المبصرات أن يكون بينه وبينها سموت مستقيمة في صبيب مشف اشفافاً لا يحجب ما وراءه، وان لا يحول بينهما جسم كثيف يقطع تلك السموت، وان يكون المبصَر مضيئاً امّا من نفسه أو من غيره، وأن تكون الزاوية التي يُرى بها المبصَر - وتسمّى زاوية الرؤية - تحوز من الرطوبة الجليديّة مقداراً يحس به، وان لا يكون المبصَر في الغاية من القرب الى البصر؛ وأمّا في البُعد فإنّ لكل مبصَر بعداً مخصوصاً يُرى منه وبمّا هو أقل منه، ومتى زاد عليه لم يُبصَر، وهو المعنى المذكور في الرؤية. وللّون في ذلك اثر أيضاً.

ومثال ذلك امّا في عظم الزاوية فانّا اذا وضعنا حبّة من الحبوب على الأرض وتباعدنا عنها الى أن لا نراها، وكان بازائها وأبعد منها جملة من تلك الحبوب رأينا الجملة ولا نقدر على تمييز واحدة واحدة منها، وذلك لعظم زاوية الجملة وصغر زاوية الحبّة الواحدة.

وأمّا من جهة اللون فانّا نرى صغار الكواكب مع عظم بعدها. واذا كانت أشياء متساوية البعد عن البصر، فإنّا نرى الأبيض والأحمر منها قبل أن نرى الأدكن والأغبر منها. واذا تقدم ذلك فلنرجع الى ما كنّا فيه.

فنقول: انّ الفجر والشفق لّما كانا انّما يريان عند الأفق الذي تكون الشمس قريبة منه، وكان أول الفجر وآخر الشفق إنّما يوجدان حين يكون انحطاط الشمس عن الأفق ثماني عشرة درجة، وقيل تسع عشرة. ومتى كان بعدها عن الأفق أكثر من ذلك لم يُرَ شيءٌ من الضياء في ذلك الأفق.

---

١ - المنعكس: فوق السطر في م.
٣ - الرابع: التابع في م.
٤ - ضوؤها: اضوائها في بر، اضوآها في م.
٧ - صبيب: فوق السطر في م.
٩ - مقداراً: مقدار في بر و م.
١١ - وللّون: ولكون في م. اثر: اثراً في بر و م.
١٣ - الزاوية: الرؤية في بر و م.
١٧ - منها: عنها في بر وقد صححت على الهامش مع الاشارة بحرف «ل».
٢٠ - ثماني عشرة: ثمانية عشر في بر و م.
٢١ - تسع: تسعة في بر و م.

فعلم ⌐ أنَّ ضياء الفجر والشفق من قبل الشمس. وليس ذلك من ضيائها الواقع على م ١١٤ و السطح الظاهر من الأرض، لأنَّ الشمس اذا كانت تحت الأفق الحسّي لا يقع بصرنا على شيء من أجزاء الأرض الذي يقع عليه شعاع الشمس لأنّها تحت الأفق الحسّي. والبصر إنما يدرك ما هو فوق الأفق الحسّي.

ولمّا كان قد تقدم العلم بأنَّ الشمس أعظم من كرة [الأرض]، وكل جسم كثيف وقع عليه شعاع من جرم نيّر حصل له في الجهة المقابلة للجرم النيّر ظلٌّ، فإن كان الجرم النيّر اعظم من الكثيف كان ظل الكثيف منخرطاً رأسه في الجهة التي فيها الظل، وان كان اصغر كان رأس المخروط من جهة النيّر؛ ولمّا كانت الشمس اعظم من الأرض كان ظل الأرض مخروطاً قاعدته كرة الأرض، وسهمه الخط المارّ بمركزي/ الشمس والأرض، ورأسه في مقابلة ١٩٢ ظ الجهة التي تكون الشمس فيها. فيكون شعاع الشمس محيطاً بمخروط ظل الأرض. ومن البيّن أنَّ بين أبصارنا وبين الشعاع المحيط بمخروط ظل الأرض في عامة الليل سموت مستقيمة. ونحن لا نرى في الهواء المحيط بظل الأرض شيئاً من الضياء. ونرى ذلك عند قرب الشمس من الأفق. فلا بُدَّ من امر زائد لأجله اختص الضياء بالفجر والشفق. وليس الّا اختلاف قوام الهواء بالرقة والغلظ. وذلك بسبب تصاعد البخار المتكاثف بما فيه من الأجزاء الأرضية والمائية المرتقية من كرة الأرض والماء، وهي محيطة بكرة الأرض من جميع الجهات.

وشكل هذا البخار المحيط بالأرض شكل كرة مركزها مركز الأرض وسطحها مواز لسطح الأرض. وهذا البخار المختلف القوام أيضاً، فإنَّ ما كان منه أقرب الى الأرض فهو أكثف ممّا بعُد. لكن لا يبلغ في التكاثف بحيث يحجب ما خلفه. وهذا البخار المتكاثف ينتهي في ارتفاعه الى حد لا يتجاوزه في الارتفاع، ويسمّى كرة البخار وعالم النسيم - يعني مهب الرياح. وما فوق هذه الكرة فإنَّ هواءه ساكن لا يضطرب. ولمّا كانت الأحوال التي توجد في الفجر والشفق متماثلة لا تختلف بشيء سوى أن الفجر يبدأ من ضياء ضعيف ثم يزيد ضياؤه الى أن تطلع الشمس، والشفق بعكس ⌐ ذلك فإنّه يكون مبدؤه قوياً ثم يضعف م ١١٤ ظ

---

٢ - الظاهر: فوق السطر في م.
٣ - الذي: التي في ب، و م.
٥ - الأرض: سقطت في ب، و م واضيفت ليستقيم المعنى.
١٠ - الجهة: سقطت في م.
١٤ - الّا اختلاف: الاختلاف في م.
١٧ - مركزها: ومركزها في م.
١٨ - المختلف: مختلف في م.
٢١ - كانت: كا في م.
٢٢ - يبدأ: يبدوا في ب، يبدو في م.

الى أن يخفى. وانّا اذا بيّنّا أمر أحدهما اكتفينا به في الآخر. ولمّا كان الفجر اشرف والاعتناء به اشد قدّمنا ذكره.

ولمّا كان شكل الأرض كريًّا كان ظلها مخروطاً مستديراً قاعدته دائرة على كرة الأرض ليس بينها وبين أعظم الدوائر المحيطة بالأرض كثير فرق. فتكون الأرض منقسمة بقسمين: أحدهما، وهو أكبر من النصف، مستنير بالشمس، والقسم الثاني وهو المقابل للجهة التي فيها الشمس مظلم. وهذان العرضان - أعني الضياء والظلمة - متحركان على سطح كرة الأرض. فالضياء يتحرك على سطحها من جهة المشرق نحو المغرب، والظلمة من جهة المغرب نحو المشرق. فيدوران على سطحها في اليوم بليلته دورة واحدة.

فأمّا مخروط ظل الأرض، فقد تبيّن انّ ارتفاعه بما به قطر الأرض واحداً ١٣٤ وقطر الأرض ٧٦٣٦ كب دقيقة على أن دورها ٢٤٠٠٠ ميلاً. فيكون ارتفاع مخروط ظل الأرض بهذه الأميال ١٠٢٣٢٧٣ ح دقيقة. واذا قطع مخروط ظل الأرض كرة البخار المحيط بالأرض كان الفصل المشترك لهما محيط دائرة يكون سهمه قائماً على قاعدته، لأنّ كل مخروط يقطع كرة ويمرّ سهمه بمركزها فإنّ الفصل المشترك لهما محيط دائرة مركزها على سهم المخروط. فلنسمي هذه الدائرة/ دائرة المخروط. ولمّا كان محيط هذه الدائرة على سطح كرة ١٩٣ و
البخار وكان الهواء الذي يلي كرة البخار من فوقها مشفاً في الغاية، فلا يضيء بشعاع الشمس، لأنّه لا يستضيء به الّا ما كان فيه شيء من الكثافة.

فأمّا الهواء الذي تحت هذه الدائرة فيما بينها وبين سطح الأرض فإنه مشحون من الأجزاء الصغار. وهذه الدائرة تكون ابداً موازية لقاعدة مخروط الظل قائمة على سهمه. وتكون هذه الدائرة المسمّاة بدائرة المخروط متحركة دائماً بحركة سهمه المتحرك بحركة الشمس الحركة اليومية.

فإذا توهمنا الأفق الحسيّ قاطعاً لكرة البخار، احدث في كرة البخار دائرة مركزها مركز الأفق الحسيّ؛ ولنسمّي هذه الدائرة دائرة البخار. وهذه الدائرة تكون ثابتة أبداً، وسهمها الخط المار بسمت ⌐ الرأس. وهذه الدائرة اصغر من دائرة المخروط بكثير على ما سنبيّنه. م ١١٥ و

ولمّا كان مخروط ظل الأرض يقطع كرة البخار، وكذلك السطح الذي فيه قاعدته،

---

١ - اكتفينا به: فوق السطر في م.
٤ - فتكون: سقطت في م.
٦ - وهذان العرضان: وهذين العرضين في بر و م.
٩ - واحداً: واحد في بر و م.
١٤ - دائرة: مكررة في بر.
١٧ - فانه مشحون: فانها مشحونة في بر و م.

انفصل من كرة البخار بمخروط الظل فيما بين قاعدته وسطح دائرة المخروط قطعة تحيط بالمخروط. وتكون هذه القطعة مستضيئة بضياء الشمس. لكن الدائرة المسماة بدائرة البخار أصغر من دائرة المخروط. فتكون دائرة المخروط في عامة الليل تحت دائرة البخار، فلا يعلو فوق دائرة البخار شيء من القطعة المضيئة المحيطة بالمخروط من كرة البخار. فلذلك لا يرى شيء من الهواء مضيئاً.

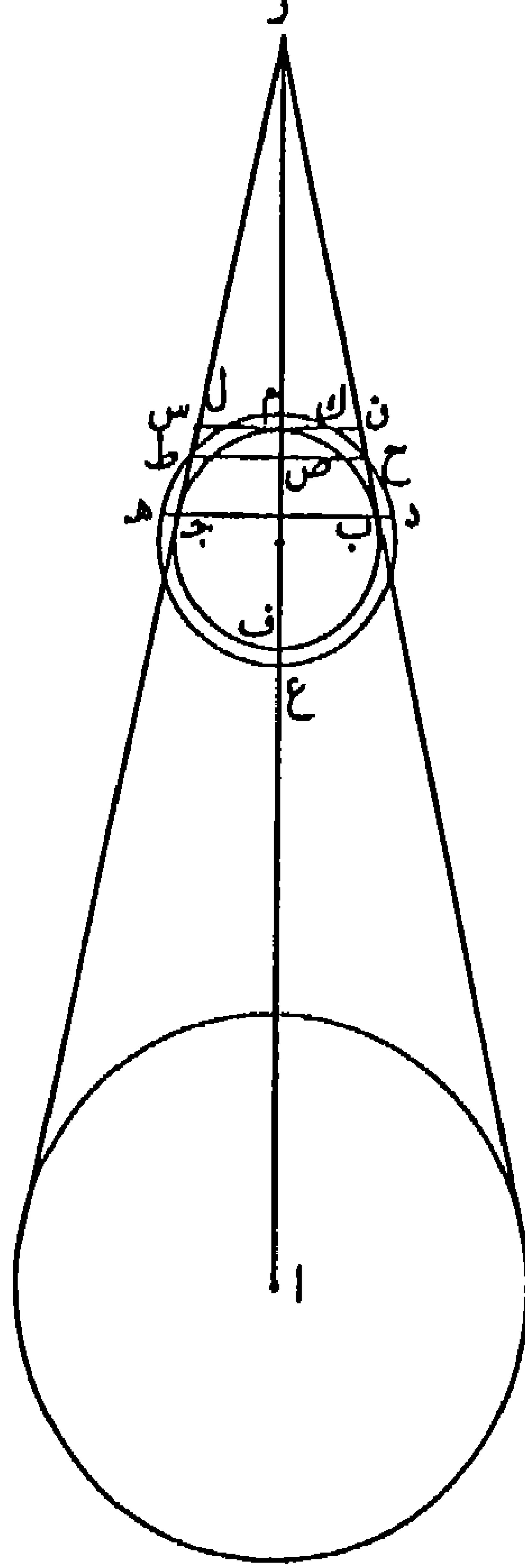
ومثاله أنْ يُفرض في بلد يكون عرضه اقل من الميل كله في وقت تكون دائرة البروج مارة بسمت الرأس في الوقت الذي نريد أن نفرض الكلام فيه. وليكن الوقت نصف الليل مثلاً. ونتوهم [في الشكل رقم ١٩] دائرة السمت قد قطعت كرتي الأرض والشمس ومخروط الظل واحدثت امّا في كرة الشمس فدائرة ا ، وامّا في كرة الأرض فدائرة بج ، وأما في كرة البخار فدائرة د ه ، وأمّا في مخروط الظل فمثلث بج ر . وليكن الفصل المشترك امّا بين دائرة السمت ودائرة المخروط فخط ح ط وأما بينها وبين دائرة البخار فخط كـ ل . ومن البيّن أنّ خطي ح ط ، كـ ل قطران لهاتين الدائرتين وأنّ المستنير من كرة البخار انّما هو القطعة التي فيما بين ح د ب ، ج ه ط . ومركز الأفق نقطة م وهي موضع البصر، والسطح الممتد من البصر المارّ بنقطتي س ، ن ـ وهما في الهواء المشف ـ فلا يرى البصر شيئاً ممّا هو مستضيء. فاذا تحركت الشمس بالفلك نحو المطلع ومال الظل نحو المغرب ارتفع الجانب الشرقي من دائرة المخروط† الى حين تصير نقطة ح الى نقطة كـ ، فتصير نقطة كـ مشتركة بين محيط دائرة المخروط† ومحيطه ودائرة البخار. فلذلك يلوح أول الفجر مستدقًّا خفيًّا، لأنّ الدائرتين انّما تتماسّان على نقطة. ثم تقطع احداهما من الأخرى جزءاً صغيراً فيمتد ضياؤه/ في طول مخروط ظل الأرض على الفصل المشترك بين الضياء المحيطة ١٩٣ ظ
بالمخروط ⌝ وبين الظلمة التي في داخله. وكلّما ازداد ميل المخروط ارتفع الجانب الشرقي من م ١١٥ ظ
دائرة المخروط فحصل فوق دائرة البخار من قطعة د ب ح شيء اكثر من الأول. فلذلك

---

٣ ـ من: سقطت في م.
٤ ـ فوق: فوق السطر في م. شيء: سقطت في بر.
٦ ـ أنْ: سقطت في بر.
٧ ـ الكلام: سقطت في م. وليكن: ولكن في بر وم.
٩ ـ بج : بح في م.
١٠ ـ بج ر: ب ح ر في م، وليكن: ولكن في م. امّا: ما في م.
١٦، ١٧ ـ †...†: سقطت في م.
١٨ ـ احداهما: احدهما في بر وم.
١٨، ١٩ ـ جزءاً صغيراً: جزء صغير في بر وم.

١٩٣ظ

يتسع الضياء في المشرق ويعرض، فيظهر ظهوراً بيّناً ـ وهو الصبح الصادق لأنّ ضياءه اصدق من الضياء الأول.



[الشكل ١٩]

وقد يسمّي الناس أول الفجر بالصبح الكاذب الذي يزعمون أنّه يعقبه ظلمة. ثم يظهر الضياء المعترض المسمّى بالصادق. والصحيح أنّ الأول يكون موجوداً وإنّما خفي لغلبة الضوء الشديد الطارىء عليه. ومن البيّن أنّ الأضواء الشديدة تخفي الأضواء الضعيفة فلا ترى معها، كما يخفي ضوء الشمس أضواء الكواكب فلا تُرى.

ثم يرتفع [جزء] من القطعة المضيئة المحيطة بالمخروط شيئاً فشيئاً فيصير فوق دائرة البخار فيقوى الضياء ويزداد الى حين تطلع الشمس. فحينئذ تكون دائرة المخروط قائمة على دائرة البخار قاطعة لها، فيكون أقل من نصفها فوقها وباقيها تحتها. ثم ينحط جانبها نحو

---

٥ ـ الأضواء: للاضواء في م.

المغرب كلما ارتفعت الشمس عن الأفق الى حين يصير مركز الشمس على الأفق الغربي فيكون حالها كما كان عند طلوع الشمس. ثم يميل نحو المغرب الى أن تنحط الشمس يط جزءاً فتماس دائرة المخروط لدائرة البخار على نقطة من جهة المغرب. ثم تنحط عنها فتصير كل دائرة المخروط تحت دائرة البخار، فيخفى الضياء الى حين تماسها بجانبها الشرقي قبل الفجر ويعود الأمر من الرأس.

فدائرة المخروط امّا أن تكون تحت دائرة البخار وامّا أن تكون قطعة منها أصغر من نصفها فوقها. فهي لا تعلوها أصلاً.

وأمّا انّ دائرة المخروط أعظم من دائرة البخار فلأنها لو كانت مساوية لكانت متى ماسّتها بعد أن تتقاطعان انطبقت عليها، لأنّ كل دائرتين متساويتين في كرة متى ماسّت احداهما الأخرى بعد التقاطع انطبقت عليها، وكانت الشمس متى صار بعدها من الأفق يط جزءاً يضيء الأفق من جميع جهاته، ولم يكن يغيب الشفق الّا وقد طلع الفجر.

ولو كانت اصغر منها لكانت في أكثر أوقات الليل تكون الآفاق ⌈مستنيرة كضوء م ١١٦ و الصبح، والوجود بخلافه. فهي أعظم منها.

فكذلك لا تزال امّا تحت دائرة البخار امّا بأجمعها وامّا بأكثرها ولا تطابقها ولا تصير فوقها أبداً، وذلك أن دائرة المخروط هي الفصل بين ما يقبل الضياء وبين الهواء المشف الذي لا يستضيء. فما تحتها -/ اعني ما بينها وبين الشمس - من كرة البخار† فمضيء، ودائرة البخار ١٩٤ و هي التي تحد بين ما يرى من كرة البخار†، وهو الذي يكون وضعه فوقها، وبين ما يخفى، وهو الذي يكون تحتها.

ولمّا كان جميع ما يحويه مخروط الظل لا يكون مضيئاً لعدم وقوع شعاع الشمس عليه وكانت قاعدة مخروط الظل في كرة الأرض دائرة تكاد أن تكون عظيمة فواجب أن يكون في غاية الليل قطعة من ظلام مخروط الظل تحيط بالقطعة التي فيما بين قاعدة مخروط الظل والسطح المستوي المماس لقطب القطعة المظلمة من كرة الأرض من جميع الجهات، وهي

---

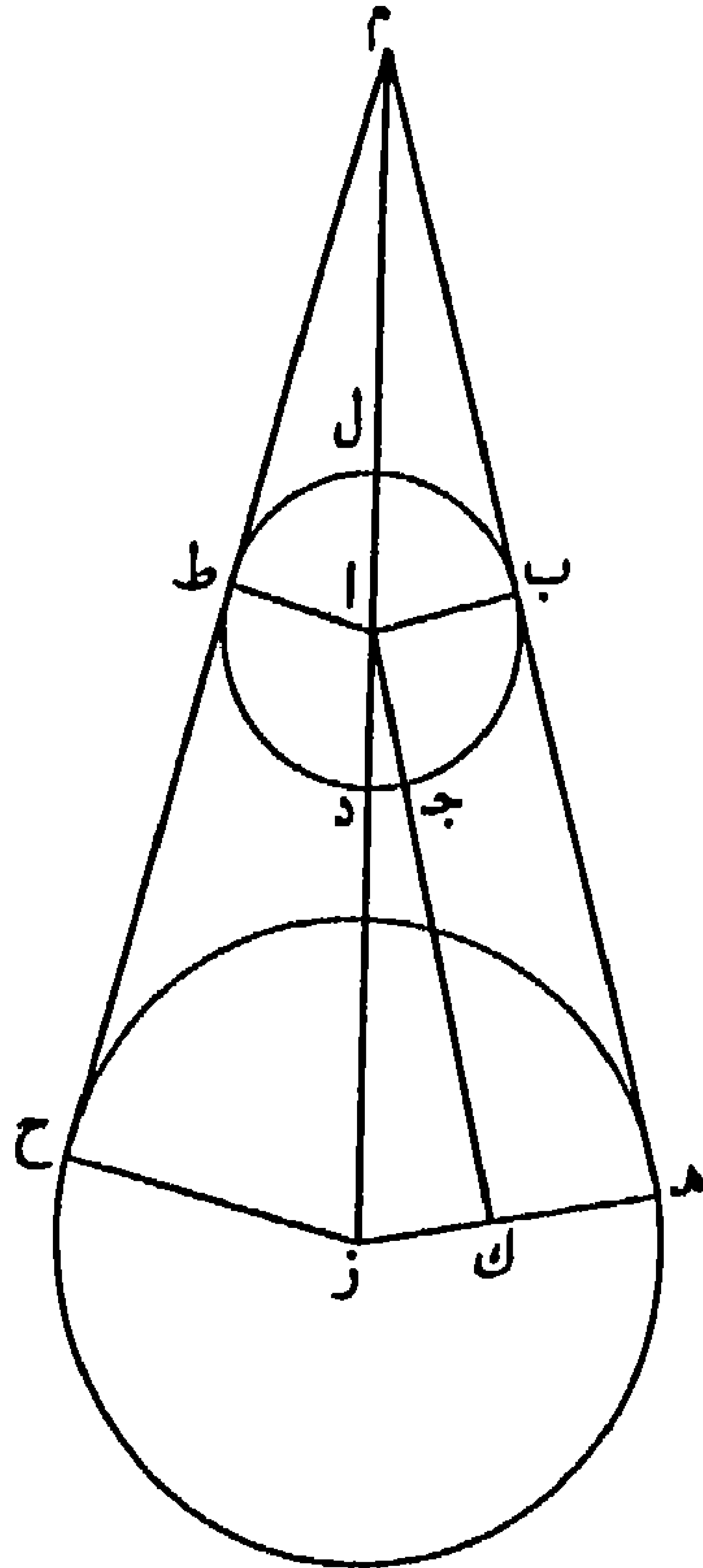
٦ - قطعة منها: منها قطعة في م.
١٠ - احداهما: احدهما في بر و م. وكانت: فكانت في م.
١٢ - لكانت: لكان في م.
١٤ - تطابقها: يطابها في بر و م والأرجح ما اثبتنا.
١٦، ١٧ - †...†: على هامش م.
١٩ - مضيئاً: مضياء في بر.
٢٢ - لقطب: فوق السطر في م.

١٩٤ و

قطعة بنكم ، حسلم . فاذا مال المخروط الى أن يرتفع جانب هذه القطعة فيعلو فوق الأفق لاح أول الضياء.

ولما تبيّن أنّ بعد الشمس الوسط من مركز الأرض بما به نصف قطر الأرض واحداً ١٢١٠ ، وقطر الشمس مثل قطر الأرض خمس مرّات ونصف، واذا كان كذلك، فإنّ القوس من الدائرة العظيمة التي تخرج من قطب قاعدة المخروط المحيط بكرة الأرض الذي في القسم الأصغر وتنتهي الى قاعدة المخروط تكون معلومة.

برهان ذلك أنّا نتوهم [في الشكل رقم ٢٠] الدائرة السمتية قد قطعت كرتي الشمس والأرض. وليكن امّا فصلها لكرة الشمس فدائرة ه ح على مركز ز ، وامّا فصلها لكرة الأرض فدائرة د ب ل ط على مركز ا . وليتوهّم كلّ واحد من خطيّ مطح مبه



[الشكل ٢٠]

١ ـ جلسم : حسكم في بر. فيعلو: فيعلوا في بر.
٣ ـ واحداً: واحد في بر د م.

مماسًا للدائرتين، ولتماسًا دائرة الشمس على نقطتي ه ح ودائرة الأرض على نقطتي ب ط . والخط الذي يمر بمركزي الشمس والأرض ورأس الظل خط ز ا م . والخطوط التي توصل بين مركزي ز ا وبين مواضع التماس خطوط ز ح ، ز ه ، ا ط ، ا ب . ونفصل ه كـ مثل ا ب ، ونصل ا ج كـ . فلأنّ زاويتي كهب ، ا به كل واحدة منها قائمة فيكون سطح كب قائم الزوايا متوازي الأضلاع. فزاوية ه كـ ا ـ أعني زاوية ز كـ ا ـ قائمة. فخط ز كـ عمود على خط كـ ا . ولأن خط ز ه خمسة ونصف بما به ا ب ـ أعني ⌐ كـه ـ واحداً ـ أعني بما به ا ز ١٢١٠ ، فيبقى خط كـ ز أربعة م ١١٦ ظ ونصفاً بهذه الأجزاء. ويكون كز بما به ز ا قكـ جزءاً صفر كو مو . والقوس الراكبة عليه من الدائرة المحيطة بمثلث اكز صفر كه لو بما به القائمة قف جزءاً. فزاوية كـ ا ز ـ اعني ج ا د ـ بالمقدار الذي به الزاوية القائمة ص جزءاً صفر يب مح .

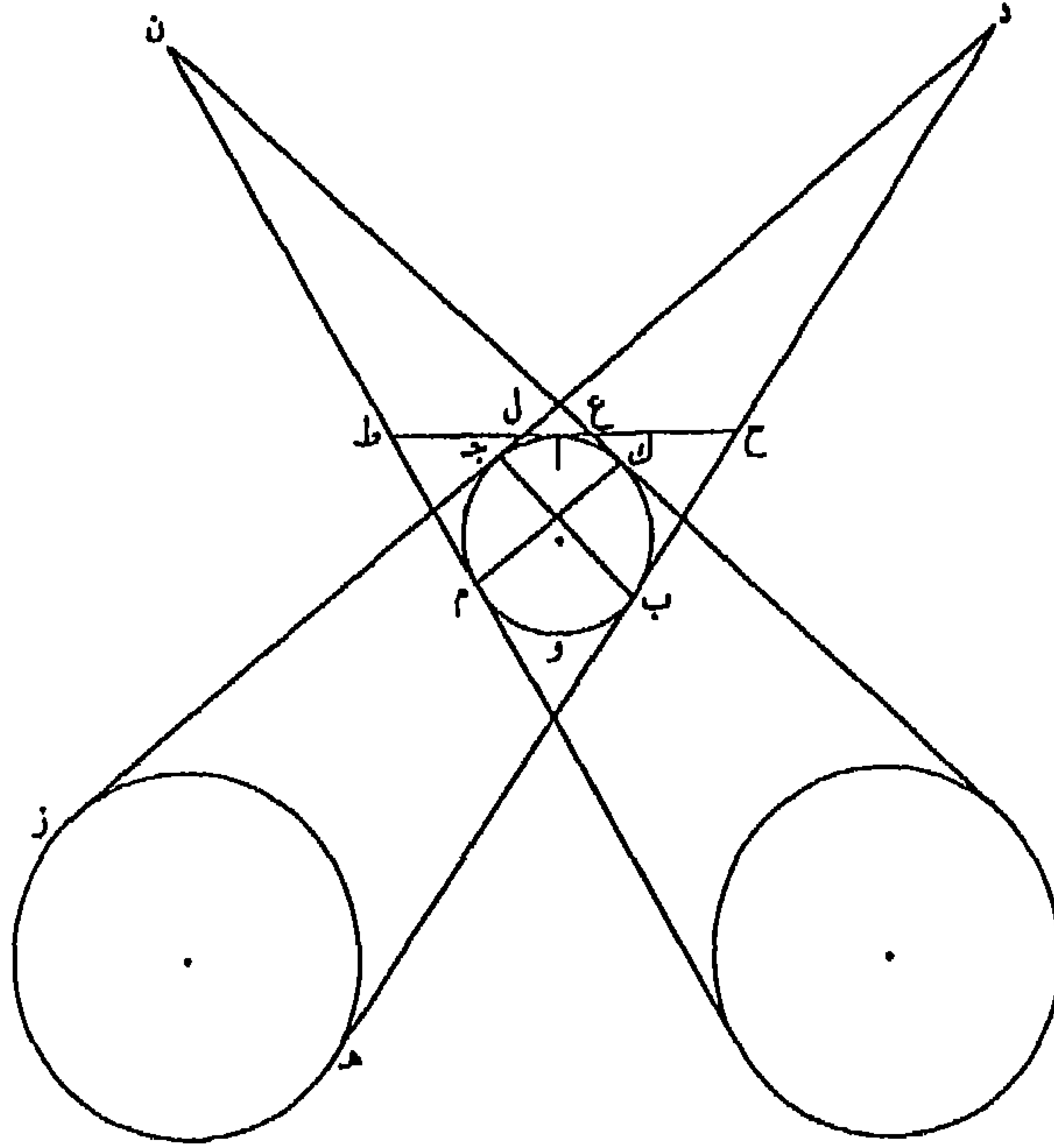
فقوس جد صفر يب مح ، وزاوية ج ا ب قائمة./فجميع قوس د ج ب ص ١٩٤ ظ جزءاً يب مح . فتبقى قوس بل فط مز يب . وكذلك يكون قوس لط . فجميع قوس بلط قعط لد كد ـ وهي مبلغ القوس القائمة على الدائرة التي تحد بين ما يستضيء من سطح الأرض بشعاع الشمس وبين ما لا يستضيء.

فإذا قد بيّنا ذلك فلنأخذ الآن في تبيين ظهور الفجر ومغيب الشفق. فلأنّه قد رصد فوجد أول بدأ الفجر حين تكون قوس انحطاط الشمس يط جزءاً وقيل يح . فنحتاط ونأخذ الأكثر اذ هو الأولى، على أنّه يط . ونفرض أن مخروط ظل الأرض ج د ب . ونفرض ذلك قبل ظهور الفجر بدقيقة واحدة حين لا يُرى في الهواء شيء من الضياء. وفي هذا الحال يستوي عند بصرنا الهواء الذي داخل مخروط ج د ب والهواء الذي هو خارج عنه. ومن البيّن انّه كلّما كان من الهواء خارجاً عن مخروط بج د فإنّ شعاع الشمس واقع عليه، وإنّما لم يظهر فيه النور لصفائه وشدة اشفافه. [انظر الشكل رقم (٢١)].

---

٤ ـ كهب : لهب في بر وم.
٥ ـ واحدة: واحد في بر وم.
٦ ـ زاوية: سقطت في م.
٧ ـ واحداً: واحد في بر وم.
٨ ـ ونصفاً: ونصف في بر وم. قكـ : فكـ في بر غير منقوطة في م. مو : مز في م.
١٢ ـ يب¹: حر في بر وم. وكذلك: لذلك في بر.
١٣ ـ لد : لز في بر وم.
١٧ ـ الأولى: على هامش بر.

١٩٤ ظ



[الشكل ٢١]

ونفرض أنّ دائرة السمت قطعت هذا المخروط ومرّت بمركز† الأرض ومركز† الشمس. فلتكن فصولها المشتركة امّا في كرة الأرض فدائرة ج ا ب ، وفي مخروط الظل مثلث بج د، وفي كرة الشمس فدائرة هـز وفي سطح الأفق الحسّي خط ط ا ح . فجميع ما هو داخل خطي بد جد مختفياً بظل الأرض عن شعاع الشمس فلا يرى.

وتبيّن أنّ القوس التي يقع عليها شعاع الشمس من الدائرة ⌐المحيطة بالأرض قوس بوج، والقوس التي لا يقع عليها شعاع الشمس قوس باج . وليماسّ خط ح ا ط قوس باج على نقطة ا . ونقطة ا موضع البصر. م ١١٧ و

فمن البيّن أيضاً أنّ ما كان تحت خط ح ا ط وممّا يلي نقطتي بج يكون مستوراً عن البصر، لأنّه تحت سطح الأفق الحسي. وليكن وضع مخروط الظل قبل أن يظهر أوّل الفجر

---

١ ـ †. . .†: على هامش بر.

٣ ـ بج د: بج دو في م.

٦ ـ ح ا ط : ا ط في م.

٨ ـ ما: سقطت في بر. نقطتي: نقطة في بر.

للحسّ بأقل ما يكون من الزمان بحلج، وليكن وضعه حين يبدو أوّل الفجر من نقطة ع كعنم. فنقطتا ح ، ع ليستا في مخروط الظل ولا تحت افق حعاط. فمن البيّن أنّ الموجب لاستنارة نقطة ع وعدم استنارة نقطة ح بضياء الشمس ليس الاّ أنّ البخار الغليظ لا يصل الى نقطة ح ويصل الى نقطة ع لكونها أقل من ارتفاعها عن سطح الأرض من ارتفاع نقطة ح .

ولما وجدت هذه الحالة مستمرة في رؤية الفجر علمنا من هذا أنّ ارتفاع نقطة ع عن سطح الأرض هو غاية ارتفاع البخار الذي يستضيء/ بوقوع شعاع الشمس عليه، وانّ دائرة ١٩٥ و الأفق الحسّي متى ماسّت دائرة المخروط المذكورة كان أول وقت ظهور الفجر.

وإنّما عملنا على أنّ الفصلين المشتركين لمخروطي الظل الحادثين قبل الفجر وحالة بدئه، وسطح الأفق خط واحد، اذ ليس بينهما فيما هذا مقداره من الزمان عظيم تفاوت، فمن البيّن أنّ الأبخرة التي ارتفاعها عن سطح الأرض مساو لارتفاع نقطة ع هي الفصل المشترك لحاشية مخروط الظل وكرة البخار الكثيف الذي يستضيء بشعاع الشمس لأجل غلظه. ولمّا كانت الشمس كلّما قربت من دائرة الأفق الحسّي قوي نور الصباح واشتد ضياؤه على تدريج علم أنّ كرة البخار مختلفة الغلظ، وأنّ ما قرب من سطح الأرض منها اغلظ ممّا ارتفع ـ لأنه كلّما كان أكثر استضاءة فهو اغلظ، وما كانت اضاءته اقل فهو الطف. وأمّا المشف في الغاية فإنّه لا يُضيء بنور الشمس اصلاً، لا ما وقع منه ⌐في ظل الأرض ولا ما هو م ١١٧ ظ خارج عنه. وإنّما لم يضيء للأبصار لرقته وشدة اشفافه. فلذلك يستوي عند البصر في عدم الرؤية ما كان من الأجسام المشفّة في مخروط الظل وما هو خارج عنه. ولذلك لم ير الهواء الذي يبلغ ارتفاعه ارتفاع نقطة ح .

وأمّا الذي يكون ارتفاعه كارتفاع نقطة ع ، وهي الفصل المشترك لضلع المخروط الثاني والأفق، فيرى لأنّه قد اجتمع عند نقطة ع ثلاثة أمور: انّها فوق الأفق الحسّي،

---

٢ ـ كعنم : كعْنم في ب. كعنم في م. فنقطتا: فنقطة في ب و م. ح : سقطت في م.
٣ ـ بضياء: سقطت في م.
٨ ـ المذكورة: المذكور في م.
١٠ ـ خط واحد: سقطت في ب.
١٤ ـ من: سقطت في م.
١٥ ـ الطف: اللطف في ب.
١٦ ـ في ظل: سقطت في م.
١٧ ـ للابصار: الأبصار في ب.

وليست داخل مخروط الظل، وكثافة الهواء الذي هو فيـه. وقد وجـد في نقطة ح الشرطين الأوّلين، ولم يُعدم عند نقطة ح سوى كثافة الهواء. فقد تبيّن أنّ الهواء الذي فيـه نقطة ح مخالف للهواء الشفيف الذي فيه نقطة ع. والاّ لكان يُرى مضيئاً كما رأينا الهواء الذي عنـد نقطة ع. فقد تبيّن من هذا علّة رؤية الفجر والشفق، وعلة تزيُّد نور الفجر ونقصـان ضوء الشفق، ولِمَ لا يـرى قبل الـوقت المحـدود. فلنبـيّن الآن كم مقـدار ارتفـاع نقـطة ع وهي منتهى الأبخرة الغليظة القـابلة للضوء ومهبّ الـرياح وارتفـاع الغيوم ـ وتسمّى كـرة النسيم. وهـو أيضاً منتهى انعكـاس الأشعة المنعكسـة عن سطح الأرض. والـطبقة التي تـلي هذه من الهواء يزعمون انها باردة زمهرير.

فصل: [في ارتفاع كُرة البُخار].

واذ قد وضح السبب في ضوء الفجر والشفق فقـد بقي أن نبيّن كم يكـون ارتفاع كـرة البخـار عن سطح الأرض. [انـظر الشكل رقم (٢٢)] فلتكن الـدائرة السمتيـة التي تُـوهمت قاطعة للأكر في الشكل الذي تقدم دائرة ابجد ومركـزها نقـطة ه. وليكن مركـز الشمس حـين يكون انحـطاطها عن افق المشرق يط جـزءاً نقطة ز. وليكن امّـا فصل مخـروط الظل فخطي ل ح، لط المستقيمين، وامّا كرة/ الأرض فدائـرة ح ك ط. فقوس ح كفط ١٩٥ ظ لا يقـع عليها شعـاع جرم الشمس. ولتكن دائـرة م ن الشمس. وليكن الفصـل المشـترك لـدائرة الأفق الحسي ودائـرة السمت خط س ع، وليياس دائـرة الأرض عـلى نقـطة كـ. فنقـطة كـ مركـز دائرة الأفق. وليخـرج من مركـز الشمس الى مركـز الأرض خط مستقيم وينفذ الى محيط الدائرة السمتية كخط، ز ه، فلص. فهو سهم مخروط الظل. ويخرج من نقطة ه ـ مركز الأرض ـ خط به د موازياً لخط عكس. ونصل بين مركز الأرض ومركز

---

٢ ـ ح: كذا في بر و م والأفضل أن تقرأ ع.

٣ ـ ع: كذا في بر و م والأفضل أن تقرأ ح.

٥ ـ الشفق: الفجر في م.

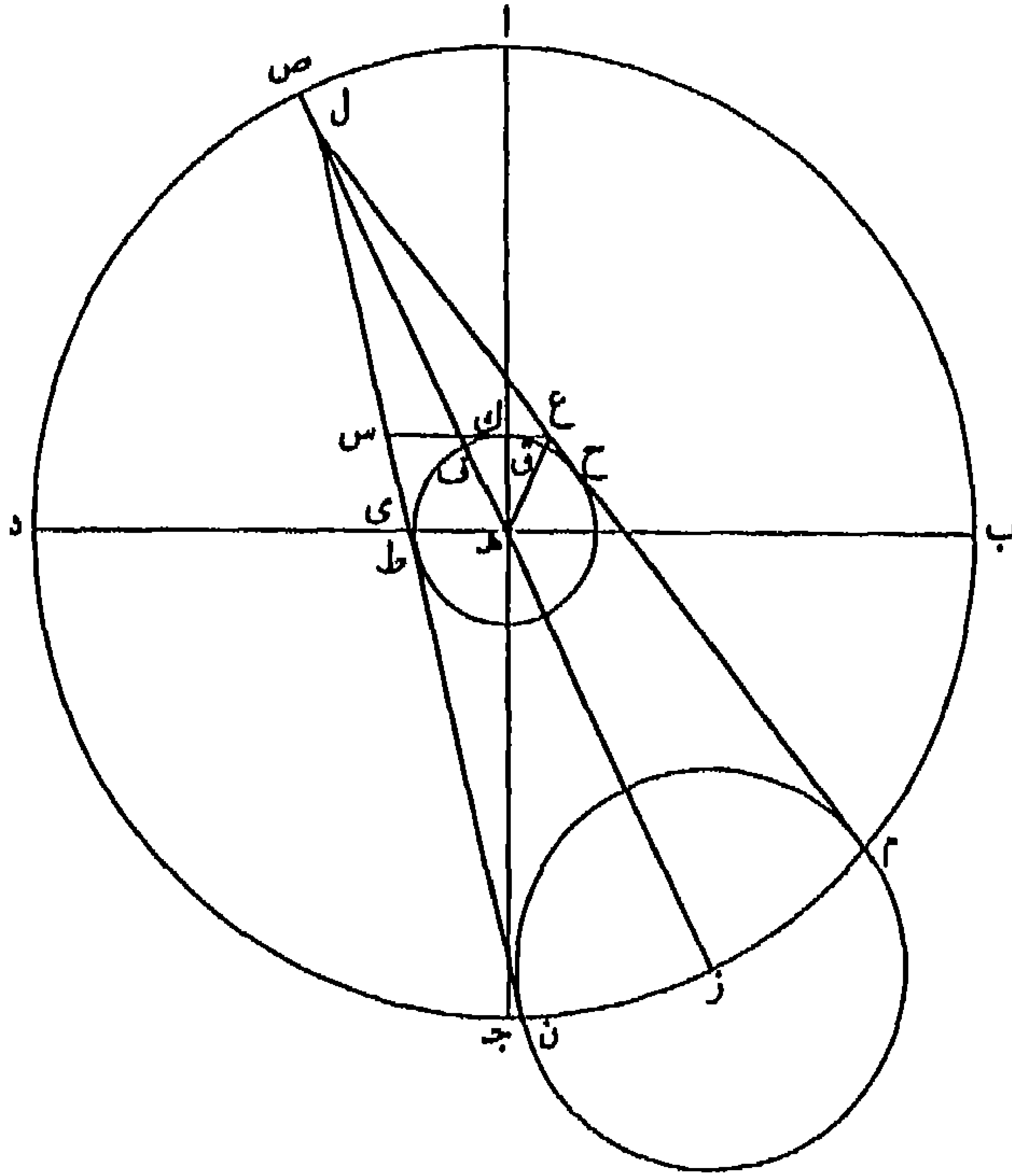
٩ ـ فصل: اضيف العنوان هنا لتسهيل المعنى.

١٢ ـ للاكر: الاكر في بر.

١٤ ـ ح كفط: ج كفط في بر و م.

١٨ ـ السمتية: سقط بعد هذه الورقة م ١١٧ ظ حوالى الصفحتين في م. وقد أشار قارىء الى ذلـك في اسفل ص م ١١٧ ظ بالعبارة التالية: «سقط ورق فيه استعلام الارتفاع لكرة البخار وطريقه مـذكور في التحفـة والنهاية». كخط: كحط في بر.

١٩٥ ظ



[الشكل ٢٢]

دائـرة الأفق الحسّي بخط ه كـ وننفـذه في الجهتـين الى نقـطتي ا ج . فتكـون نقـطة ا سمت الرأس، وج سمت القدم. وتكـون كل واحـدة من زاويتي كهد هكس زاويـة قائمة لأن خط كس يمسّ دائرة حفط على نقطة كـ . فزاويـة هكس قائمـة. ولأنّ بعد مـركز الشمس من نقـطة ب ـ اعني الأفق الحقّي ـ عند أوّل ابتـداء ضوء الفجـر قد وجـدت يط جـزءاً فيبقى قوس ج ز ـ اعني مـا بين مـركز الشمس وسمت الـرجل ـ عـا جزءاً ـ أعني قـوس ا ص ـ أعني زاويـة كهف . ولأنّ قـوس حفط وهي القـوس التي لا يقـع عليها ضوء الشمس تنقسم بنقطة ف بنصفين، وقد تبيّن في الشكـل الذي سبق أنّ حف ـ اعني نصف هذه القوس ـ فط مز يب . فاذا نقصنـا منها قـوس كف التي تبيّن أنّها عـا جزءاً، يبقى قوس كح ، يح مـز يب . فزاويـة ح هـ كـ ثمانيـة عشر جزءاً مـز دقيقة.

---

٢ ـ واحدة: واحد في بر.
٣ ـ ولأنّ: لأنّ في بر.
٦ ـ ا ص : لص في بر.
٧ ـ حف : جف في بر.
٩ ـ دقيقة: اضف «يب ثانية».

فنصفها وهي زاوية كهـع من مثلث كهـع تسعة أجزاء كج دقيقة لو ثـانية. وزاويـة عكه قائمة. فتبقى زاوية كعه ف لو كد. فتكون القسي الـراكبة عـلى خطي عكـ، كه معلومة متى اضعفنا كل واحدة من زاويتي كه ع، كعه . فتكون زاوية كعه ، قسا يب مح . وزاوية كـ ه ع يح مز يب . فيكون امّا وتـر زاوية كعـه قيح كـج كو وأمّا وتر زاوية كـ ه ع ، يط لد نه بما به خط ه ع الموتـر قكـ. فيكون خط ه ع بمـا به خط/ كـ ه - أعني نصف قـطر الأرض - واحداً، ا ح مط ثـانية. فيكـون خط ١٩٦ و قع تسع وأربعين ثانية بما به نصف قطر الأرض واحـداً. فنسبة خط كـه - اعني نصف قطر الأرض، اعني ه ق - الى خط هـع معلومـة. فخط هـح ارتفـاع البخـار معلوم. فخط قع ، وهو سمـك كرة البخـار الكثيف معلوم، وقد خـرج بالحسـاب صفر صفـر مط ثانية، بما به نصف قطر الأرض واحداً. فيكون بما به قطر الأرض واحداً ٧٦٣٦ ميلاً، احـداً وخمسين ميلاً بالتقريب نه دقيقة.

فصل: في مساحة سطح الأرض وجرمها.

وذلك بالميل الذي هو ثلاثـة آلاف ذراع؛ كل ذراع منهـا أربعة وعشرون اصبعـاً؛ كل اصبع منها ثمان شعيرات ملصق بطون بعضها الى بعض.

ولمّا كان قد تبيّن لمن تقدمنا انّ السـائر عـلى الدائـرة من الأرض الموازيـة لدائـرة نصف النهار كلّما استقبل بسيره قطب العالم الظاهر فسار نحوه في أرض مستوية الإستدارة نحـواً من ستة وستين ميـلاً وثلثي ميل، ازداد لـه ارتفاع القـطب المقصود درجـة واحدة. وان استـدبره بسيره فسار على الدائرة المذكورة الأميال المذكورة انحطّ له ارتفاع ذلك القطب درجة واحدة.

ولـمّا كان ارتفـاع القطب إنّمـا هو قـوس من دائرة نصف النهـار تنفصل فيـها بـين الأفق الحقّي والقـطب، وليس يلحق هذا الارتفـاع شيءٌ من اختلاف المـنظر، وذلـك لصغـر قـدر

---

٣ - معلومة: معلوم في بر. اضعفنا: اضفنا في بر. واحدة: واحد في بر. كعه : كفه في بر.

٦ - كـ ه : كـ ه ا في بر.

٦، ٧، ١٠ - واحداً: واحد في بر.

٧ - تسع: تسعة في بر. فنسبة: نسبة في بر. نصف: سقطت في بر.

١٠ - ٧٦٣٦ : سقطت في بر واكملت في «النهاية». ص ١٧٨ و. احداً: احد في بر.

١١ - نه : نح في «النهاية».

١٤ - ثمان: ثمانية في بر.

١٦ - نحواً: نحو في بر.

الأرض عند كرة المعدّل، فيكون الخطّان الخارجان من مركز العالم الى سمت راس الـراصدين في وقتي رصده قد فصلا من دائرة نصف النهار التي على الأرض فيما بين مقـامي الراصـد على طرفي المسافة التي هي سو ميلاً وثلثا ميل قوساً شبيهة بـالقوس التي زادهـا احد الارتفـاعين على الآخر. فكل جزء من دائرة عظيمة في كرة السماء يوازيه جزء من دائرة عظيمة في الأرض لأنّ مركزيهما واحد مشترك.

وانّه كلما سار سائر هذا القدر من الأميال مرّة بعد أخرى ارتفع له القـطب على النسبة المذكورة درجة بعد أخرى حتى انّه لو سار سائر ستة آلاف ميل مثلاً لارتفع له القطب⌝ تسعين [ى ١٠٠ و] جزءاً وحصل لكل جزء من هذا الربع ستة وستون ميلاً وثلثا ميل.

فاذا ضربنا† أميال الدرجة الواحدة في ثلاثمائة وستين التي هي جملة الدور ــ وهو يحصل به ــ لحصل لنا⌝ محيط† الدائرة المحيطة بالأرض من الأميال، فيكون ٢٤٠٠٠. فاذا ضربناها [م ١١٨ و] في سبعة وقسمنا الخارج على اثنين وعشرين خرج لنا قطر الأرض بهذه الأميال ٧٦٣٦ كب.

†وحكى ابن الهيثم عن المهندسين في زمانه أنّ دور الأرض اثنـان وعشرون ألف ميل؛ كل ميل أربعة آلاف ذراع بذراع اليد. وهذا الذراع غير الـذراع الأول، وبينهما خـلاف كثير يعسر تحقيقه عن امتحان/ برصد السائرين†. [١٩٦ ظ]

ولمّا بيّن ارشميدس أنّ مساحة الدائرة من ضرب نصف قطرها في نصف محيطها، وبيّن ايضاً أنّ سطح الكرة مساوٍ لأربعة امثال اعظم دائرة تقع فيها فيكون ضرب جميع قطر الأرض في أعظم دائرة تقع في كرتها مساوياً لجميع مسـاحة سطحها. فتكـون مساحـة جميع سـطح الأرض بمربعات الميل المذكـورة ١٨٣٢٧٢٨٠٠، وتكون مسـاحة سـطح اعظم دائـرة في كرة الأرض ٤٥٨١٨٢٠٠. وضرب ثلثي قطر الكرة، وهو في مثالنا هـذا ٥٠٩٠ ند، في مساحة سطح اعظم دوائرها مساوٍ لمساحة جرمها. فيكون جرم الأرض بما بـه مكعب الميل واحداً ٢٣٣٢٥٥٨٧٤٣٨٠.

---

٧ ــ تسعين: هنا يستأنف النص في ى. انظر ١٨٤ ظ.

٨ ــ وستون: وستين في ى.

٩، ١٠ ــ †...†: ى: «حصة درجة واحدة من الأميال في جملة الـدور وهو ثلثماية وستـون حصل لنا مساحة جميع».

١٠ ــ ٢٤٠٠٠: لقد سقطت جميع الأعداد الواردة في هذا الفصل واثبتت هنا من م و ى.

١١ ــ كب: والأصح كا مط.

١٢ ــ اثنان وعشرون: اثنين وعشرين في ب و م.

١٢، ١٤ ــ †...†: سقطت في ى.

١٨ ــ مساحة سطح: على هامش ب.

٢١ ــ واحداً: واحد في ى و م. ٢٣٣٢٥٥٨٧٤٣٨٠: ٢٣٣٣٥٥٨٧٤٣٨٠ في ى.

ويمكن بمثل هذا الطريق استخراج مساحة كل واحد من الأجرام السماوية المقدّم ذكرها بأن نضرب عدد أمثال ما في ذلك الجرم من كرة الأرض في هذا العدد، فيخرج عدة ما فيها من أمثال مكعب الميل.

فصل [مقدار حركة الفلك]

ومما يشبه هذا المعنى البحث عن مساحة المسافة التي يقطعها الفلك الأعلى من الأميال فيما مقداره من الزمان جزءاً واحداً من خمسة عشر من ساعة مستوية، وكذلك ما تقطعه الشمس بالحركة السريعة اليومية من فلكها.

فنقول: إنّه لمّا تبينّ انّ قطر الكرة التي تحوي الكواكب الثابتة ١٤٠١٤٧ بما به قطر الأرض واحداً، وقطر الفلك المحيط به المسمّى بالأطلس اعظم من قطر فلك الثوابت، فاذا اردنا أن نعلم كم المسافة التي يتحركها الفلك الأطلس في زمان قدره ثلث خمس ساعة مستوية، وهي مقدار درجة واحدة من مقعر الفلك الأعلى، وقد علمنا قطره، آفتكون مساحة ى ١٠٠ ظ
الدرجة الواحدة من مقعر الأطلس امّا بما به قطر الأرض واحداً ١٢٢٣ مب، وامّا من الأميال ٩٣٤٣٠٩٤. ⌝وأما الدقيقة الواحدة من الفلك الأعلى فتكون من الأميال م ١١٨ ظ
١٥٥٧١٨ ميلاً وسدساً. فاذا تحرك مقدار دقيقة واحدة وهي جزء من تسعماية جزء من ساعة مستوية كان قد قطع من المسافة †ماية وخمسة وخمسين الف ميل وسبعماية وثمانية عشر ميلاً وربعاً† بالتقريب.

---

١ ـ هذا: هذه في ى.
٢ ـ امثال: اميال في ى.
٤ ـ فصل: الفصل الستون في ى، وقد اضيف العنوان لتسهيل المعنى.
٥ ـ يشبه: ى تضيف «البحث عن».
٦ ـ جزءاً واحداً: جزء واحد في جميع النسخ، من ساعة: ساعة في ى.
٨ ـ ١٤٠١٤٧: ١٤٠١٢٠ في ى وسقطت في ب.
٩ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ.
١١ ـ قطره: ى تضيف (ق ١٠٠ ظ) «فنجعل الدرجة مكان الوتر اذ التفاوت بينهما يسير».
١٢ ـ واحداً: واحد في جميع النسخ. مب: يو في ى.
١٣ ـ ٩٣٤٣٠٩٤: ٨١٥٥١ في ى، وتضيف «وتقطع الشمس في ما هذا مبلغه من الزمان بحركة الفلك الأعلى من الأميال نحواً [نحو في ى] من سبع ماية ميل وخمسة اميال».
١٤ ـ ١٥٥٧١٨: ١٣٥٩ في ى، ١٥٥٤٧٣ في م وقد صححت فوق السطر. وسدساً: وسدس في جميع النسخ.
١٥ ـ وخمسة: على هامش م. وربعاً: وربع في ب وم. †...†: «الفاً وثلثماية وستين ميلاً» في ى.

†فمقدار ما تعد ثلاثين يتحرك الفلك هـذا القدر من الأميـال، لأنّه يتحـرك بمقدار مـا تعد ثلثمائة ثلاثين دقيقة†.

وهذا الأمر متى وقف عليه من عرف وثاقة مقدّماتـه وصحة طـرقه علم انّـا لم نسلك في شيء منه طريقاً مباينة لأصول هـذا العلم، ولا فرطنـا في شيء مما يجب حفـظه، ولم نحد فيـه عن الحق.

وقد كنت لّما بدا لي هذا الأمـر متوقفـاً عن وضعه في كتـابي هذا مـدّة من الزمـان لكثرة مخالفته لما في أيدي الناس، ثم عنّ لي أن اثبته بعد ذلك لّما وثقت بصحة الطريق التي سلكتها في تحصيله، وان كـان كثـير من النـاس لمـا الف سمعـه مـا يخـبر بـه من مسـير الكـواكب في البروج/ وما يلحق النيرين من الكسوف لا ينفر منه نفـرته من هـذا، لكن من علم الطريق في ١٩٧ و تحصيل الأول فانّه يعلم انّ بها يحصل هذا الأمر الآخر ـ اعني الأبعاد والاجرام ومساحاتها.

فصـل : في مَعْـرِفَةِ السَّمْتِ وَمَا يَتَبيَّنُ ببَـيَانِه .

الأصـل في السمت المحاذاة، ويستعمـل هنا في أشيـاء، منها سمت الـرأس وهي نقطة على منتصف القوس التي فوق الأفق من دائرة نصف النهار، وسمت الرجل على مقابلتها وهما قطبا دائرة الأفق.

ومنهـا سمت القبلة، †ويسمّى ايضاً بقـوس الانحراف†، وهـو قـوس من محيط دائـرة الأفق فيـا بين الفصـل المشترك لـلأفق ولدائـرة نصف النهار وبـينٓ الفصـل المشـترك لـلأفق ں ١٠١ و وللدائرة السمتية المارّة بسمت الرأس بالبلد وسمت الرأس بمكّة. ويسمّى هذا الفصل الأخير خط السمت، وهـو الخط الذي يصـل بين مـركـز الأفق بـالبلد وبـين نقـطة السمت ـ

١، ٢ ـ †...† : سقطت في ں، ثلاثين: ثلثون في بر و م.
٣ ـ وثاقة: سقطت في بر.
٦ ـ متوقفاً: متوقف في بر.
٧ ـ عنّ: عزّ في بر.
٨ ـ كثير: كثيراً في بر و م.
١٠ ـ الأبعاد والاجرام: ابعادها واجرامها في ں.
١١ ـ فصل: الفصل الحادي والستون في ں.
١٢ ـ هنا: على هامش بر. هنا في أشياء: على هامش ں.
١٣ ـ مقابلتها: مقابلها في ں.
١٥ ـ †...†: سقطت في ں. محيط: سقطت في ں.
١٦ ـ وبين: ں تضيف «نقطة».
١٧ ـ الأخير: ں: «أيضاً نقطة السمت وقد يطلق السمت ويراد به».

†اعنى تقاطع محيطي دائرتي الأفق† والسمتيّة المذكورة.

ويحتاج الى معرفة قوس السمت لأجل استقبال المصلّي للبيت المعمور في أوقات الصلوات ولوضع المحاريب بأن يخرج خط السمت في الأرض ويدار عليه قوس يبنى أساس المحراب عليها. ويكون هذا الخط سهماً لتلك ⌝القوس، فيقسمها بنصفين. فيكون المصلّي اذا م ١١٩ و وقف على هذا الخط وجعله بين رجليه وسجد عليه فقد استقبل الخط الواصل بين البيت المعمور والنقطة التي تسامته من السماء وهي المسمّاة بسمت الرأس بمكة. وإن شئت فقل انّه صلّى على محيط دائرة من الدوائر التي على بسيط الأرض تمر بموضع سجوده ومنتصف ما بين قدميه وبوسط البيت المعمور. وهذا على التحقيق جهة استقبال القبلة.

فإذا تقدّم ذلك فلنبيّن الطريق الى معرفة استخراج قوس سمت القبلة، وبالجملة قوس السمت لأي بلد شئنا عن بلد آخر متى علمنا طول كلّ واحد من البلدين وعرضه. ومن البين انّ كلّ بلدين في جهة واحدة عن خط الاستواء فلا بُد وانْ يختلفا امّا في الطول وأمّا في العرض أو في كليهما. فإن اتفقا في الطول واختلفا في العرض فإن الدائرة التي تمرّ بسمت الرأس فيهما هي دائرة نصف النهار المشتركة لهما. وعلى خط نصف النهار يكون السمت بينهما. وان اختلفا في الطول فقط، واتفقا في العرض فسيكون البلدان تحت دائرة من الدوائر الموازية للمعدّل. وقد يسبق الى الذهن انّ السمت بينهما يكون على خط المغرب والمشرق. وليس كذلك اذا لم يكونا على خط الاستواء - سيّما ان كانا متباعدين عنه - فلا بُد من عمل قوس السمت بينهما بطريق الحساب. وكذلك اذا اختلفا في الطول والعُرض آمعاً. ں ١٠١ ظ

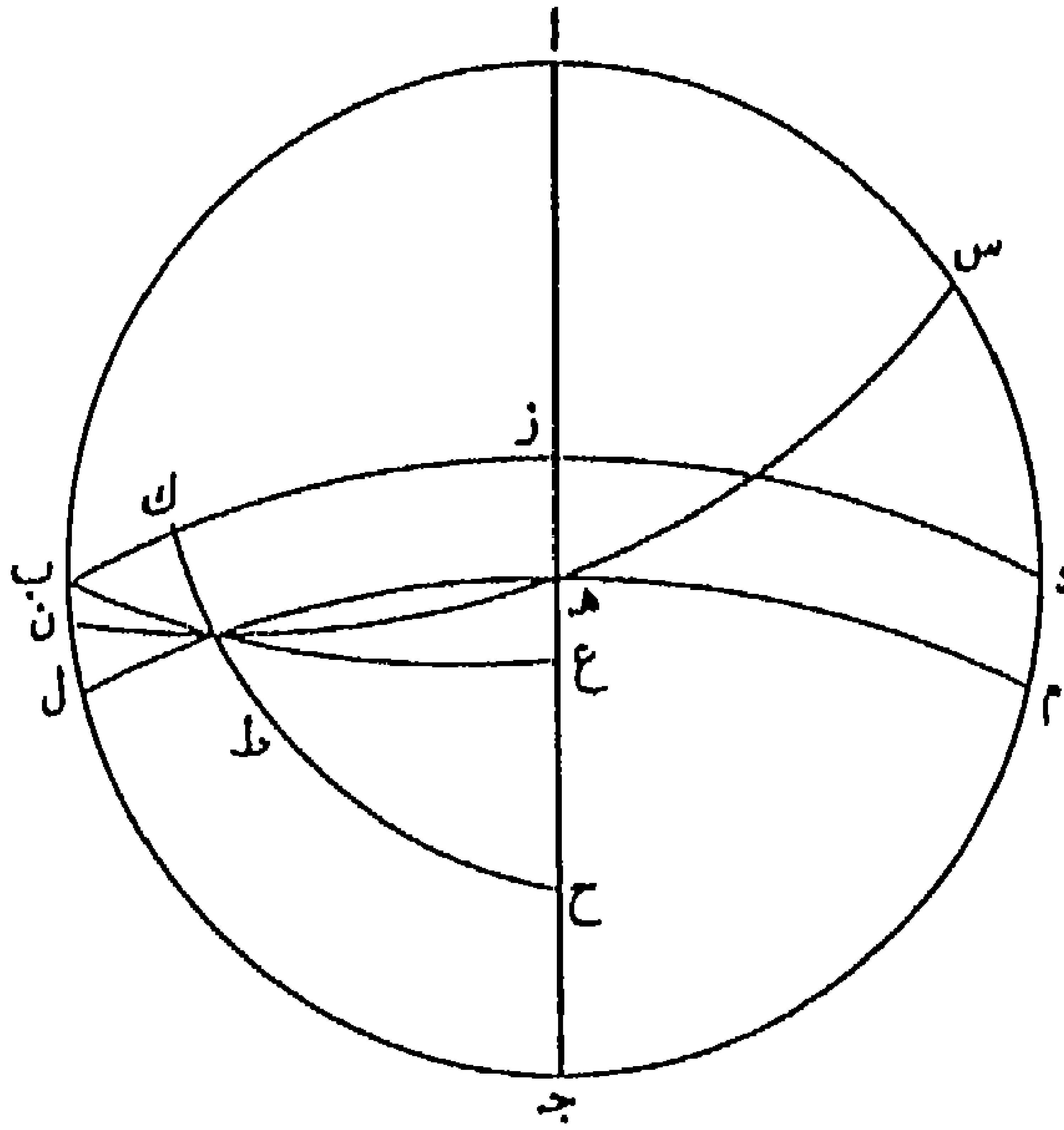
١٩٧ ظ ولنفرض ذلك في بلد ما ومكة/ شرّفها الله تعالى. أمّا اذا كان الاختلاف بينهما في العرض فقط، فخط نصف النهار هو خط السمت بينهما. وهذا الخط - اعني نصف النهار - لا يستغنى عنه في استخراج باقي الأحوال ايضاً. وقد بيّنّا طريق استخراجه وبرهنّا على ذلك في ما سيأتي في هذا الكتاب.

وأمّا ان اختلفا في الطول فقط فنفرض [في الشكل رقم (٢٣)] دائرة الأفق ابجد

---

١ - †...†: «المذكورة وهي الفصل المشترك للأفق وللدائرة» في ں.
٣ - المحاريب: ں تضيف «المحدّبة».
٤ - عليها: عليه في ں.
٧ - محيط: سقطت في ں. دائرة: على هامش ں.
١١ - وانْ: انْ في ں و م.
١٣ - هي: تكون هي في ں. النهار: ں تضيف «لانها».
١٤ - العرض: ں تضيف «فان كانا على خط الاستواء فخط المشرق والمغرب هو خط السمت بينهما، وان لم يكونا عليه».
٢٢ - الطول: الطول والعرض في ں.

ونصف دائرة نصف النهار اهج . ولتكن نقطة ه سمت الرأس بالبلد المطلوب سمت قبلته. ولتكن نصف دائرة معدل النهار بزد ، ولتقطع نصف النهار على نقطة ز. وليكن قطب المعدّل الشمالي⌐ نقطة ح . ونخرج فيه قوساً من دائرة عظيمة تمر بسمت الرأس بمكة م ١١٩ ظ وتنتهي الى المعدّل عليها ح ط ك ، ولتكن الدائرة الموازية التي تمر بسمت الرأس بالبلد وبمكة دائرة م ه ط ل . فمن البيّن أنَّ نقطة ط سمت الرأس بمكة. ثم نرسم نصف دائرة عظيمة تمرّ بنقطتي سمت الرأس بالبلدين ـ اعني ه ط ـ ولتكن سهطن. فنقطة ن نقطة السمت، وقوس نج هي قوس السمت. فأقول انها معلومة.



[الشكل ٢٣]

برهان ذلك انّا نخرج من قطب دائرة نصف النهار ـ اعني نقطة ب ـ قوساً من دائرة عظيمة تمرّ بنقطة ط ايضاً وتنتهي الى دائرة نصف النهارآ كقوس بطع . فمن اجل أن ں ١٠٢ و

١٠ قسي ح ط ، ح ه المتساويين، كل واحد منهما أقل من ربع، لا تكون نقطة ح قطباً لدائرة ن ه س ، فلا تمرّ بنقطتي د ب . فمن اجل انَّ في مثلثي حكز ، حطع زاوية

---

٧ ـ السمت: سمت الرأس في ں. هي: هو في ں.

٩، ١٠ ـ انَّ قسي: سقطت في ں.

١٠ ـ ح ه : ط ه في ں. واحد: واحدة في ں. ربع: ں تضيف: «دائرة وقوس ح ه مثل قوس ح ط». ح : ا في ں. قطباً: قطب في بر وم.

ح مشتركة، وزاوية كزح قائمة، وزاوية ح ع ط ايضاً قائمة تكون نسبة جيب ح كـ ، وهـو س ، الى جيب كز - وهي قـوس الفضل بـين الطولين، فهي معلومة، فجيبهـا معلوم أيضـاً - كنسبة جيب ح ط ، تمام عرض مكـة - وهـو معلوم، الى جيب ط ع . فيكـون جيب طـع معلوماً. فقـوس طع معلومـة. فتمامهـا الى تسعين - وهي قـوس طب - يصـير معلوماً.

ولأن في مثلثي بكط ، بزع زاوية ز ب ع مشتركة، وزاويتي كـ ، ز قائمتين، تكـون نسبـة جيب قـوس بط المعلوم الى جيب كط - عـرض مكـة المعلوم - كنسبـة جيب بع ، وهي تسعون/جـزءاً الى جيب عز . فيصـير جيب عز معلومـاً. فقوس عـز معلومة ١٩٨ و
وقوس ز ج معلومة. فقوس جع معلومة، فجيبها معلوم.

ولأنَّ زاويـة ج ب ع مشـتركـة لمثلثي جبع ، نـطب ، وزاويتي نـج ع بن ط قائمتان، تكون نسبة جيب بط الى جيب ط ن كنسبة جيب بع الى جيب جع. وجيب بط معلوم، وجيب بع ستون[1] جـزءاً. وجيب عج معلوم، فجيب طن معلوم، فقـوس م ١٢٠ و
طن معلومة. فقوس ط ه تصير معلومة، فجيبها معلوم.

وأيضـاً فلأنَّ في مثلثي ه ط ع ، هـ ن ج زاوية ن هـ ج مشتركـة، وكـل واحـدة من زاويتي ع ، ج قائمة† لأن نقـطة ب قطب دائـرة ا ه ج ، وكل واحـدة من قوس بـع ، بج قائمة عليها†. فتكون نسبة جيب ه ط الى جيب طع كنسبة جيب هـن الى جيب ن ج . لكن كل واحد من جيوب طه ، طع معلوم بما سبق، وجيب هن سـتـون جزءاً فجيب ن ج معلوم. فقوس ن ج معلومة وهي المراد علمها.

وأمّا اذا اختلفـا في الـطول والعـرض. فلتكن [في الشكـل رقم (٢٤)] دائـرة الأفق المقصود لمعرفة سمت قبلته دائـرة ا ج ط ق آ ونصف دائرة نصف النهار ج ب ه ق ، و س ں ١٠٢ ظ
نقطة سمت الرأس بالبلد. ولتكن ج نقطة الجنوب وق نقطة الشمال مثلاً. ولتكن نصف

---

٣ - جيب: سقطت في بر و م. الى جيب: سقطت في بر.
٤ - طب : بر تضيف «الى جيب».
٦ - ز ب ع : كبع في ں.
٨ - تسعون: تسعين في بر و م.
١٠ - بن ط: برط في بر.
١٤ - واحدة من: على هامش بر.
١٥ - ١٦: †...†: سقطت في ں.

دائرة معدل النهار ا ب ط ، ولتفصل دائرة نصف النهار على نقطة ب . ولتكن قوس بز من معدل النهار الفضل فيما بين طول البلد المفروض وطول مكة. ونخرج ربع همز من القطب الشمالي يمرّ بسمت الرأس بمكّة ـ ولتكن نقطة م ـ ويصل الى معدل النهار. فتكون قوس مز عرض مكة، وقوس سب عرض البلد. فنخط ربع دائرة سمد تمرّ بنقطتي سمت الرأس بالبلدين، وتنتهي الى الأفق إلى د .

[الشكل ٢٤]

فقوس ج د هي قوس السمت المطلوب علمها، وهي القوس التي تنفصل من الأفق فيما بين الدائرة التي تمرّ بنقطتي سمت الرأس بالبلدين وبين دائرة نصف النهار ـ أعني نقطة ج بالبلد المفروض.

ونخرج من قطب† دائرة نصف النهار† الشرقي أو الغربي ربع دائرة تمرّ بنقطة م ، سمت الرأس بمكة، وتنتهي الى نصف النهار ـ ولتكن قوس ا م ح .

فلأنّ في مثلثي هبز، همح زاوية مشتركة، وهي بهز، وكل واحدة من زاويتي ب

٢ ـ طول مكة: طوله في م.
٣ ـ ولتكن: فلتكن في ىں.
٩ ـ †. . . †: الأفق في ىں. او: و في ىں و م.
١٠ ـ ا م ح : ا م ج في ىں.
١١ ـ واحدة: واحد في ىں و م.

ح قائمة، تكون نسبة جيب† قوس هم الى جيب† قوس م ح كنسبة جيب قوس هز ، وهو س ، الى جيب قوس بز . فأمّا ⌐ قوس† ¬ هم فهي تمام عرض مكة، فهي ى ١٠٣ و - م ١٢٠ ظ معلومة. وأمّا قوس† مح فمجهولة. /وأمّا قوس هز فتسعون جزءاً. وأمّا قوس بز فهي ١٩٨ ظ الفضل بين طول مكة وطول البلد، فهي معلومة. فنضرب جيب هم في جيب بز ، ونأخذ الخارج منحطاً لأنّا كنّا نريد أن نقسمه على جيب هز ، وهو س ، فيخرج جيب قوس مح . فتصير قوس مح معلومة، ولتُسمّى قوس الطول المعدّل.

وأيضاً فلأنّ في مثلثي ب ح ا ، م ز ا ، زاوية ا مشتركة وزاويتي ابح ، ازم قائمتان، تكون نسبة جيب قوس م ا الى جيب قوس مز كنسبة جيب قوس اح الى جيب قوس ب ح . فأمّا قوس ا م فهي معلومة لأنّها تمام قوس مح التي تقدم علمها وسمّيت بالطول المعدّل. وقوس مز - عرض مكة - معلومة. وقوس اح تسعون جزءاً. فاذا ضربنا جيب عرض مكة في س جزءاً، وقسمنا ما يخرج على جيب قوس ا م خرج جيب قوس بح .

وأيضاً فلأنّ في مثلثي ا م د ، ا ح ج ، زاوية د ا م مشتركة وزاويتي د ، ج قائمتان، فنسبة جيب ا م الى جيب م د كنسبة جيب اح إلى جيب حج . فقوس ا م - تمام الطول المعدّل - معلوم بما سبق. وقوس اح ربع دائرة، فجيبه س جزءاً. وقوس ج ح مجموع تمام عرض البلد و ب ح - العرض المعدّل - وقد تقدم علمها. فجيب قوس م د يصير معلوماً، ويسمّى ارتفاع نقطة سمت الرأس بمكة في البلد المفروض، وتمامها الى ص جزءاً يسمّى تمام ارتفاع مكة. ولنسمّي تمامها، وهي قوس س م تمام ارتفاع مكة.

ولأنّ في مثلثي سمح ، سجد زاوية س مشتركة، وزاويتي ج ، ح قائمتان،

---

١ - †...†: على هامش ب.
٢، ٣ - †...†: سقطت في ى.
٥ - لأنّا كنّا: «كنا» على هامش ى، «لكنا» في ب وم. ان: سقطت في م. هز : مز في ى.
٧ - ابح : ابـج في ى.
٩ - جيب : فوق السطر في ب.
١١ - ما يخرج: الخارج في ى.
١٢ - بح : ى تضيف: «فيكون جيب قوس بح معلوماً، فقوس بح معلومة، وليسمّى العرض المعدل».
١٤ - قائمتان: قائمتين في جميع النسخ. حج : لج في ى.
٢٠ - قائمتان: قائمتين في جميع النسخ.

تكـون نسبة جيب قـوس سم آ الى جيب مح كنسبـة جيب سـد الى جيب دج . لكن ب ١٠٣ ظ قوس سم تمام †ارتفاع مكة معلوم بما سبق، وقوس مح معلوم بما سبق، وهي المسمّاة بطول مكة المعدل، وقوس سد ربع† دائرة وجيبه س جزءاً. فجيب قوس دج يصير معلوماً. فقوس دج ، وهي قوس السمت، معلومة. وذلك ما أردنا أن نبيّن.

وطريق تلخيص هذا العمل أن تأخذ جيب قوس تمـام عرض مكـة، فتضربه في جيب فضل ما بين الطولين، وتأخذ الحاصـل منحطاً فيحصـل جيب طول مكـة المعدّل. وهـو أوّل مجهول علمته. ثم تضرب جيب عرض مكة أيضاً في الجيب كله، بأن تـرفعه مـرتبة، وتقسم الحاصل على جيب تمام الطول المعدّل الذي علمته، فما خرج فهو جيب العرض المعدّل. وهو المجهول المستخرج ثانياً. ثم تضرب ⌐جيب تمام الطول المعـدّل المعلوم أولاً في جيب †مجموع م ١٢١ و تمام عرض البلد والعرض† المعدّل المعلوم ثانياً، وتقسمه على الجيب كله وتأخذه منحطاً، آ فما ب ١٠٤ و حصل فهو جيب ارتفاع نقطة سمت الرأس بمكة في بلدنـا. فنقوسـه ونحفظه ونـأخذ تمـامه، وهـو المعلوم الثالث المستخـرج. ثم تضرب جيب الطول المعـدّل في الجيب كلّه وتقسمه عـلى جيب تمام ارتفاع مكة بعد أن تـأخذ جيبـه فما حصـل فهو جيب قـوس السمت. فاذا قـوسته حصل قوس السمت، فخرج خط السمت، ونعمل عليه سمت القبلة.

وان شئت انحراف أي بلد كان عن بلد آخر بأن نقيم البلد الآخر مقام مكة/في صورة ١٩٩ و العمل، وقد استبان من هذا انّ القوس التي تكون بين سمتي الرأس بالبلدين تكون معلومة. فقـوس البعد بـين كل بلدين من أعـظم الدوائـر التي على كـرة الأرض تكون معلومـة، فبعد أحدهما عن الآخر يكون معلوماً بالمقدار الذي علمت الدرجة بالأميال. وذلك ما أردنا بيانه.

وقد تقدّم لنا في هذا المعنى وتحصيله وكيفية استخراج ذلك في رسالتنا في العمل بـالكرة الكـاملة ما يسّرنـاه وقرّبنـا مأخـذه بالعمـل بأيسر السعي. وليس يفـوت فيه شيء ممّـا يخـرج

٢، ٣ - †...†: سقطت في بر و م.

٤ - نبين: على هامش ب العبارة التالية: «وتتلوه صورة الشكل» وقد ترك فـراغ في ب لشكل مـا، لكنّه لم يثبت في بر و م.

٥ - طـريق تلخيص: تلخيص طريق في ب، وعـلى هامش م، بيـد أخرى، العبـارة التاليـة: «تلخيص عمل سمت القبلة». تمام: سقطت في ب.

٩، ١٠ - †...†: «تمام فضل العرض» في ب.

١٠ - وتأخذه منحطاً: سقطت في ب، واحدة منحطاً في بر.

١٣ - قوسته: قوسه في بر.

١٦ - هذا: سقطت في بر و م.

١٨ - بيانه: ب تكـرر: «وقد استبـان من هذا أن القـوس التي تكون بـين سمت الرأس بـالبلدين تكون معلومة. فبعد احدهما عن الآخر يكون معلوماً».

بالحساب الدقيق اللّهم الاّ اليسير الذي يلحق مثله الأشياء التي تستخرج بالآلات لعدم انقسامها الى الدقائق وما تحتها.

وهذه طريقة اخرى عملتها في اخراج قوس السمت. نتخذ كرة صحيحة الاستدارة ونخط عليها دائرة عظيمة، ونقسمها بثلاثمائة وستين، نجعلها افقاً للبلد. ونخط عليها نصف دائرة أخرى عظيمة قائمة على الأولى على زوايا قائمة نجعلها نصف النهار. ونعلم على منتصفه نقطة سمت الرأس، وعلى احدى تقاطعي هذا النصف ودائرة الأفق⌝ نقطة الشمال، (ں ١٠٤ ظ) وعلى التقاطع الآخر نقطة الجنوب، †وعلى قطبي هذا النصف نقطتي المشرق والمغرب. ونكتب في كل ربع ص̅ جزءاً كما جرت العادة مبتدئين بالعدد من نقطتي الشمال والجنوب. وتنتهي ص̅ عند نقطتي المشرق والمغرب†. وهذا مما يجعل مشتركاً كالدستور لكل عمل نريده.

(م ١٢١ ظ) فإذا فرضنا العمل في بلد خاص، فصلنا من هذا النصف ـ اعني نصف النهار ـ ⌝من لدن الأفق قوساً مقدارها عرض البلد. ويمكننا ذلك من غير أن نقسم هذا النصف. لكن نأخذ بالبركار من أجزاء الأفق المقسومة من نقطة الشمال قدر عرض البلد. ونعلم نقطة على نصف النهار تكون هي قطب المعدل. ونجعل تلك النقطة التي حصلت قطباً وندير دائرة عظيمة، فتقطع الأفق على نقطتين متقابلتين† هما نقطتا المشرق والمغرب†، وتقطع دائرة نصف النهار على نقطة بعدها من الأفق هو تمام عرض البلد. فإن وجدنا بعد نقطة سمت الرأس من المعدل مثل ارتفاع القطب المأخوذ أوّلاً فقد صحّ العمل. ثم ننظر الى طول البلد وطول مكة، وكذلك عرضيهما فلا بُدَّ وان يختلفا في احدهما أو كليهما. فإن اتفقا في الطول واختلفا في العرض كان خط نصف النهار هو سمت القبلة فنستخرجه كجاري العادة. وان اختلفا في الطول واتفقا في العرض ادرنا على قطب المعدّل وببعد نقطة سمت الرأس بالبلد قوساً من دائرة من الموازية للمعدّل فتمرّ بسمت الرأس بمكة. ثم نفصل† من المعدل† من نقطة تقاطع

---

١ ـ الاّ اليسير: على هامش ں. مثله: فوق السطر في ں.
٣ ـ عملتها: عملته في ب ور م.
٤ ـ عظيمة: على هامش ں.
٥ ـ الأولى: الأول في ب.
٧، ٩ ـ †...†: سقطت في ں.
٨ ـ جرت: جرى في ب و م.
٩ ـ كالدستور: وكالدستور في ں.
١٤ ـ وندير: ں تضيف «نصف».
١٥ ـ †...†: «تكون احدهما نقطة المشرق والآخر نقطة المغرب» في ں.
١٨ ـ عرضيهما: عرضاهما في ں. وان: ان في ب و م. كليهما: في كليهما في ں.
٢١ ـ †...†: سقطت في ں، تقاطع: التقاطع في ں.

المعدّل مع نصف النهار قوساً بقدر الفضل بين طول مكة وطول البلد المفروض في الجهـة التي تكون مكة/ نحوها. اعني اذا كان طول مكة أكثر من طول البلد كان الفضل من جهة المشرق ١٩٩ ظ عن دائرة نصف النهار بالبلد، وان كان طولها اقل كان من جهة المغرب عنها.

ثم ندير قوساً من دائرة عظيمة يكون قطبها على المعدل فتمر بقطبيه فتقطع هذه القوس الأخيرة القوس التي رسمت من الموازية على سمت الرأس بمكة. فنديـر قوساً من دائـرة آعظيمة† يكون قطبهاعلى الأفق مارّة† بهذه النقطة وبنقطة سمت الرأس بالبلد فتقطع الأفق. ب ١٠٥ و فنقطة التقاطع بينها وبين الأفق هي نقطة سمت القبلة.

ومن البيّن أنها انّما تقطع الأفق على نقطة غير النقط اللاتي تقطعـه عليها دائـرتا المعـدل والموازية. فـلا يكون سمت القبلة عـلى خط المشرق والمغرب ولا عـلى الفصل المشـترك بـين الدائرة الموازية والأفق. وكـذلك يكـون العمل اذا اختلف البلدان في الـطول والعرض معـاً فيحصل المطلوب.

ونعمـل لذلـك شكلاً ليـظهر عنـد الحس. [انظر الشكـل رقم (٢٥)]. فلتكن دائـرة ⌐الأفق على الكرة المذكورة دائرة ا ب ج د حول قـطـب ه . ونصف دائرة نصف النهـار خط م ١٢٢ و ا ج . ونصف دائرة المعدل قوس ب د تقطع نصف النهـار على نقـطة ز ولتكن نقطة الشمال ج ونقطة الجنوب ا ونقطة المشرق ب ونقطة المغرب د . وقطب المعدل الشمالي ح ، وسمت الرأس بالبلد نقطة ه .

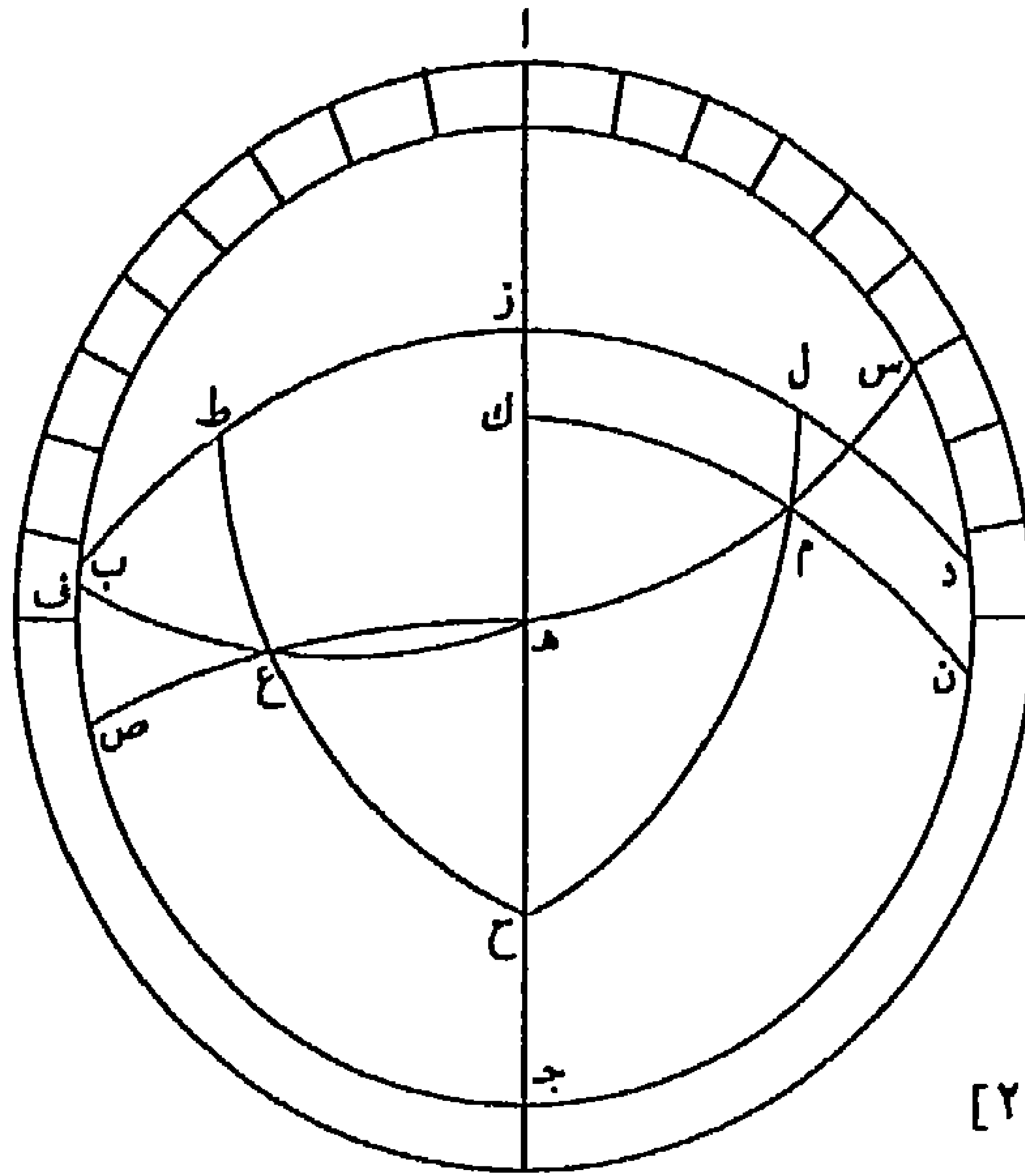
فأمّا في الحالة التي يتساوى فيها طول مكة والبلد فمن البيّن انّ الدائرة التي تمرّ بنقـطتي سمت الرأس بالبلدين تكون هي دائرة نصف النهار بالبلد المفـروض، وخط السمت هو خط نصف النهار. ولا يحتاج فيه الى عمل اكـثر من استخراج/ خط نصف النهـار الذي لا بُـدَّ من ٢٠٠ و استخراجه في جميع الوجوه.

وأمّا اذا تساويا في العرض واختلفا في الطول فقط فنفصـل من لدن نصف النهـار بقدر

---

٢ - طول١: على هامش ب.
٦ - †. . .†: «تمرّ» في ب. وبنقطة: ونقطة في ب.
٧ - بينها: بينهما في ب.
٨ - اللاتي: الاتي في ب. دائرتا: دائرتي في بر و م.
٩ - والموازية: ب تضيف «له».
١٠ - البلدان: البلدين في بر و م.
١٢ - شكلاً: الشكل ناقص في بر.
٢٠ - في: من في ب.

٢٠٠ و



[الشكـل ٢٥]

فضل ما بين الطولين في الجهة التي مكة فيها، ولتكن قوس ز ط . ونرسم قـوساً من دائـرة تمرّ بقطب العـالم ـ اي نقطة ح ـ وبنقـطة ط . ونديـر على قـطب ح وببعـده ه ح قوس هعص من الموازية فتمرّ بسمت الرأس بمكة فتقـطع قوس ح ط عـلى نقطة ع . فنقطة ع هي سمت الرأس بمكة ونقطة ه سمت الرأس بالبلد. فنرسم ربع دائرة عظيمة تمـر بنقـطتي ه ، ع ولتقـطع دائـرة الأفق عـلى نقـطة ف . فقــوس ا ف هي قـوس السمت. فهي معلومة من اقسام دائرة ابجد الأفق المقسوم.

آ وأمّـا ان اختلفا في الـطـول والعرض، فليكن الفضـل بين طـوليهـا قـوس ز ل و١٠٥ ظ
وليكن عـرض مكة قـوس ز كـ . ونديـر على قـطب ح وببعد ح كـ قـوساً من المـوازيـة كقوس كمن . ونخرج قوساً من دائرة عظيمة تمرّ بقطب ح ونقطة ل من المعـدل، فتقطع الدائرة المـوازية عـلى نقطة هي سمت الـرأس بمكة، وهي نقـطة م . فيُرسم ربـع من دائرة عظيمة تمـر بنقطتي ه ، م ، هي ربـع هس ، فيقطع الأفق عـلى س . فقوس ا س هي سمت القبلة، فتكون معلومة من الأفق. وذلك ما أردنا بيانه.

---

١ ـ مكة فيها: فيها مكة في ىں.
٣ ـ من: ىں تضيف «الدائرة».
٤ ـ دائرة: «هعف من دائرة» في ىں.
٩ ـ ح : سقطت في ىں و م.
١٠ ـ ربع: ربعاً في ىں. من: سقطت في م.

فصل: آفي استخراج خط نصف النهار والبرهان عليه. م ١٢٢ ظ - ن ١٠٦ و

وهذا الخط - أعني خط نصف النهار - يحتاج اليه في هـذه الصناعـة في كثير من الأعـمال مما يعمل ويثبت في موضع من الأرض كالرخامات وذوات الحلق واللبنة وذات الشعبتين وغير ذلك كسمت بلد عن بلد آخر. وقـد عمل المتقـدمون في استخـراج هذا الخط طـرقاً كثيرة، واكثرها استعمالاً الدائـرة المسمّاة بـالهنديّـة - بل وهي أجـودها في الأعـمال التي يريـد الانسان اخـراجها من القـوة الى الفعل. والـذي يجب أن يُراعى في عملهـا أن تؤخذ بـلاطة مستـوية السطح، فتمتحن صحة سطحها بالمسطرة المصحّحة، بأن يعلّم في وسطها نقطة ويثبت وسط المسـطرة على النقـطة وتدار المسـطرة على وجـه البلاطـة ونحن ننظر مماسّـة المسـطرة لسـطح البـلاطة، فـإنْ ماسّتـه في جميع الـدورة ولم يتبينّ بينهـما ضوء فهـو مستو. فـان لم يكن فيسوّى بالطحن الى أن يستوي.

فـاذا فعلنا ذلـك نجعل هـذا الوجـه الصحيح مـوازياً لـلافق بأن نـزنُه بـالآلـة المسمّاة بالأفاذين. وقد عملنا لذلك صورة مثلث متساوي السـاقين، واخـرجنا من الـزاوية التي يحيط بها الساقان المتساويان عموداً على القاعدة، وارسلنا من هذه الزاويـة خيطاً رقيقـاً فيه شـاقول يصل الى قريب من القاعدة. وقد أُخلي موضع الشاقول لكيلا يماسّ سطح المثلث.

/فنزن به سطح البلاطة بأن نضع ضلع اج منه على سطحها ونعتبر خيط الشـاقول ٢٠٠ ظ
ومطابقته لعمود المثلث في جميع الأوضـاع. آفاذا طـابقه علمنـا صحة وضـع البلاطـة. وهذه ن ١٠٦ ظ
صورة المثلث. [الشكل رقم (٢٦)].

وليكن ساقاه المتساويان اب و بج، وقاعدته اج وعموده بد، والشاقول ه.

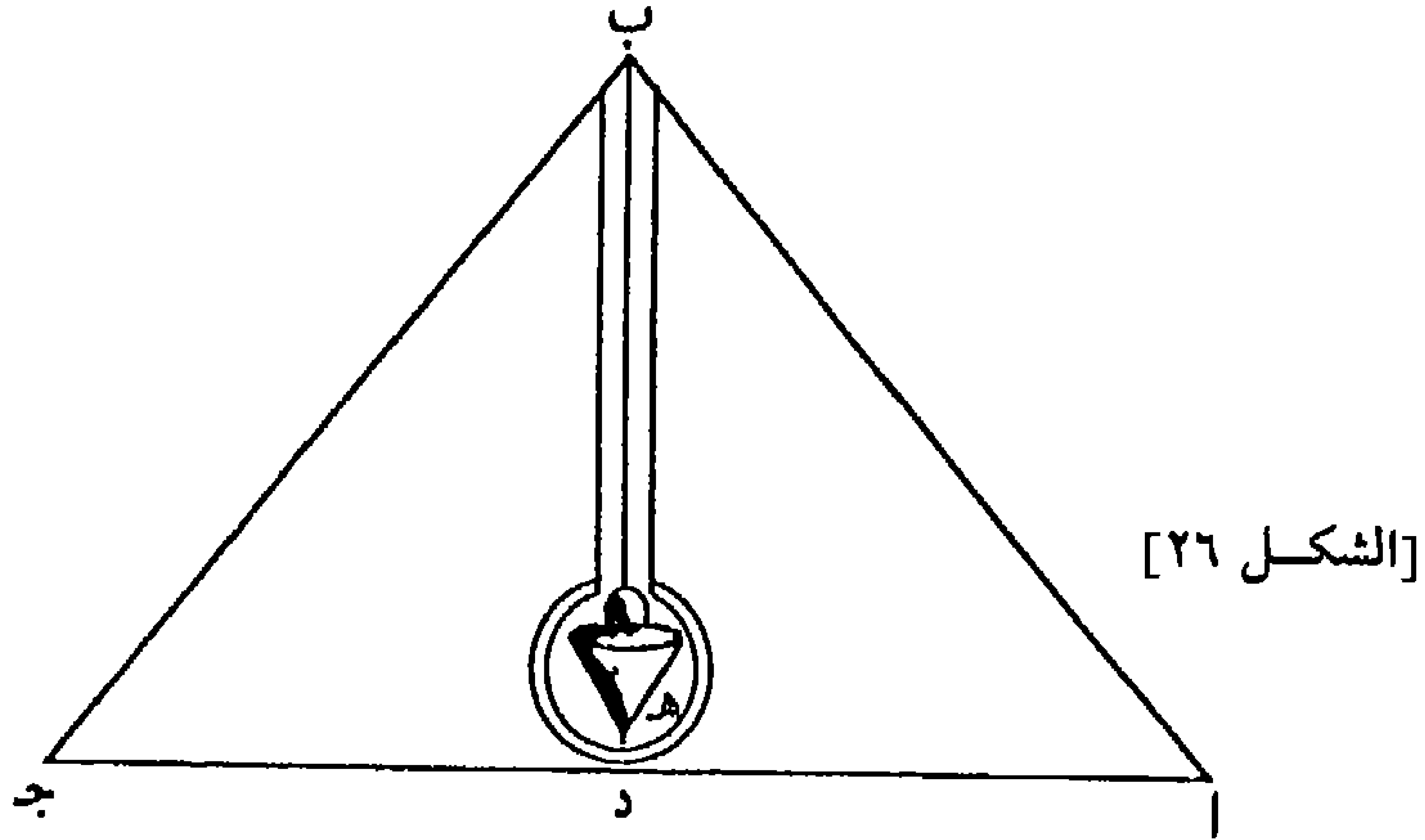
فاذا اردنا استعماله وضعنا وسط قاعدة اج على وسط الـوجه المصحّح من البلاطـة وميلنا

---

٤ - طرقاً: طرق في ب و م.
٥ - وهي: هي في م.
٧ - المصححة: الصحيحة في ن. يعلّم: يعمل في ن.
٨ - وتدار: وتدير في ن.
٩ - يتبينّ: يبن في ن. مستو: مستوي في ب و م. فان: وان في ن. فيسوى: فنسويه في ن، فنسويها في م.
١٣ - خيطاً: خيط في ب و م، خطا في ن.
١٤ - قريب: قرب في ن.
١٥ - اج: اب في ن. سطحها: وسطها في ب و م.
١٨ - و بج: بج في م.
١٩ - المصحح: الصحيح في ن.

٢٠٠ ظ

نقطة ب نحو الجهة التي فيها خيط الشاقول ليبرز الخيط عن سطح المثلث. وتكون قاعدة ا ج لازمة لسطح البلاطة. ونرفع الجهة التي يميل الشاقول نحوها من البلاطة الى ان يمرّ خيط الشاقول بالخط العمود الواصل بين نقطتي ب د. ثم ندير هذه القاعدة على وجه البلاطة ونحن نعدّل ما انخفض منها الى أن يستوي سطحها فيوازي الأفق الحسّي، وذلك حين يصير بحيث ما اذا دارت قاعدة المثلث على سطحها جميعه لا يميل خيط الشاقول عن العمود. وهذا يسمّى السطح الموزون. م ١٢٣ و



[الشكل ٢٦]

فاذا صحّ وزنه اثبتنا هذه البلاطة بحيث لا تزول ولا يتغيّر وزنها ولا وضعها. ثم نخط على سطحها الموزون دائرة اصغر من اعظم دائرة تخط فيها بنحوٍ من اصبع واحدة. ونعمل مقياساً من نحاس أو خشب يكون مخروطاً بالشهر مستدق الرأس، وليس رقته في الغاية لكيلا يخفى ظله. ونجعل وسع قاعدته بحيث اذا وضعناه على سطح البلاطة يثبت قائماً عليه من غير أن يمسك. فإن كان من خشب فانّا نحفر في وسط قاعدته موضعاً ونقلب فيه شيئاً من الرصاص ليثقل سفله ويثبت في قيامه. وليكن طوله بقدر ربع قطر الدائرة المرسومة على البلاطة. ولو زاد أو نقص عن الربع بشيء قليل لم يكن به بأس.

ثم ندير على مركز الدائرة المذكورة دائرة صغيرة قطرها مثل قطر قاعدة المقياس أو أكثر منه بشيء يسير بحيث اذا وضعنا قاعدة المقياس على هذه الدائرة نراها محيطة بقاعدته من ى ١٠٧ و

---

٥ ـ ما: ى تضيف «أردت».

٩ ـ بالشهر: كذا في ب و م «والنهاية» ص. ١٦٦ ظ، السهر في ى. رقته: دقته في ب و م.

١١ ـ يمسك: نمسكه في ى. فانّا: فان في ب و م.

١٤ ـ صغيرة: ى تضيف «يكون». قاعدة: دائرة في ى.

جميع الجهات وموازية لها. فحينئذ يكون قد انطبق† مركز القاعدة على† مركز الدائرة.

ثم نرصد ظل هذا المقياس في أول النهار الى حين وصوله الى محيط الدائرة العظمى. فاذا بلغ طرف الظل محيطها، وقبل الدخول فيه، قسمنا عرض الظل بنصفين، فعلمنا على موضع منتصفه من محيط الدائرة نقطة تسمّى نقطة دخول الظل، وهي تكون في النصف الغربي من الدائرة. ثم نرصد خروج الظل من هذه الدائرة بعد الزوال. فاذا بلغ طرفه المحيط وقبل الخروج عنه علمنا على منتصف الظل نقطة تسمّى نقطة خروج الظل. ثم نقسم اصغر القوسين التي/ فيها بين العلامتين بنصفين. ولو قسمت القوس العظمى لجاز. ونصل ٢٠١ و
بين منتصفها وبين مركز الدائرة، بعد أن نرفع المقياس، بخط مستقيم. فهذا هو خط نصف النهار في ذلك المكان.

فأمّا اجود الأوقات لأخذ الظل فهو عند ارتفاع الشمس قيد رمحين فما حوله. وذلك لفائدتين: ⌐احداهما انّ الشمس اذا قربت من الأفق كانت الاظلال طوالاً، وتكون أطراف م ١٢٣ ظ
الظل متشتتة فلا تتحقق عند الحسّ اطرافها. وأيضاً ففي حالة التقلّص اذا قربت من دائرة نصف النهار تكون الاظلال مشبعة في الظلمة، لكنّها بطيئة التقلص. فلا تكون حركة الظل مسرعة، فلا يتحقق آنيْ دخول الظل وخروجه. فلا يتحقق تساوي زماني البعد عن نصف النهار، فلا يتحقق نصف النهار.

فأمّا الأمر المتوسط بينهما فيحصل فيه سرعة الحركة وشبع الظل، ويسلم عن الأمرين الآخرين وهما تشتيت طرفه وبطء الحركة.

فأمّا منازل الشمس لذلك فأجودها أن تكون في الانقلاب الصيفي أو بالقرب منه، لكيلا يكون ميلها عن الدائرة الموازية آ في الزمان الذي تسير فيه فيما بين دخول الظل ق ١٠٧ ظ
وخروجه قدر محسوس، ولأنّ ضياءها في هذا الموضع اشد من ضيائها وهي في الجدي، فيكون الحدّ بين الظل والشعاع أظهر وأدق.

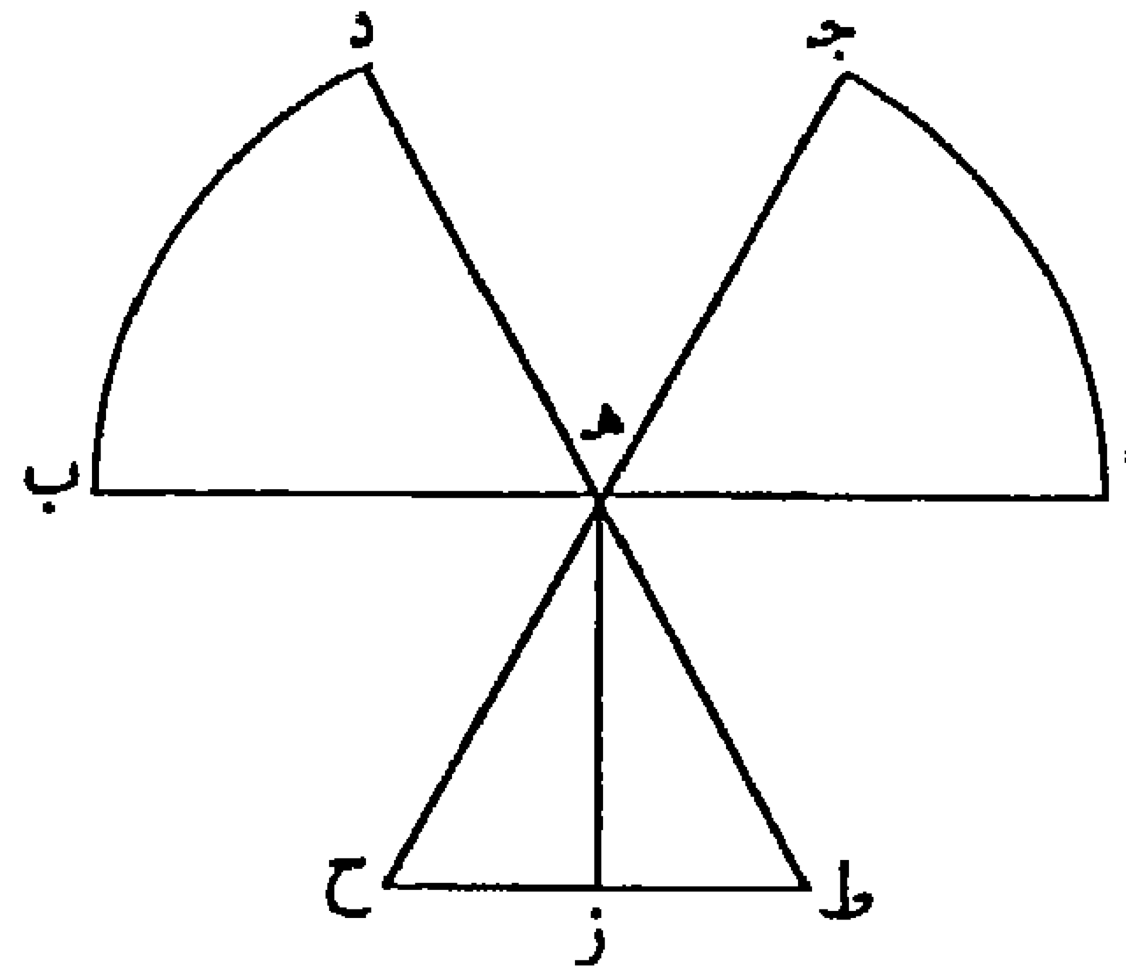
وهذا الطريق مع شهرته وكثرة استعماله لم أقف لأحد من الناس الى هذه الغاية على

---

١ ـ †. . .†: على هامش ب.
٣ ـ طرف: سقطت في م.
٧ ـ فيها بين: مكررة في ب.
١٠ ـ فامّا: وأمّا في ن.
١١ ـ احداهما: احديها في جميع النسخ.
١٢ ـ ففي: هي في ن.
١٤ ـ دخول: الدخول في ب وم.
١٦ ـ شبع: سبع في ب وم، صبع في ن.
١٧ ـ تشتيت: تشبث في ن.

برهان †اتى بـه علي† صحتـه، فأحببت أن ابـرهن على صحتـه. فمّا يتسلّم فيـه أنّ الشمس تدور في اليوم الواحد على دائرة موازية للمعدّل عند الحسّ، ولذلك اخترنا أن تكون الشمس في هذا العمل في المنقلب الصيفي. الثاني، انّ الأفق الحسّي والحقّي ليس بينهما تفاوت يدركـه الحسّ بالنسبة الى فلك الشمس. الثالث أن رأس المقياس هو مركز الدوائـر السمتية. الـرابع أنّ الأشعة انّما تصل الى ما تقع عليه عـلى سموت مستقيمـة. وهذه الأمـور تؤخذ مسلّمـة في جميع الأعمال بالآلات وفيها تقـريب لا يخرجهـا عن الصحة. وهي عنـد اهل هـذه الصناعـة كالبديهيّة.

واذا تقدم ذلك فأقول: إن كلّ ظلّين متساويين يكونان عن مقياس واحد فإنّ ارتفاعيهما متساويان، †وعكس ذلـك. وسواء ان اتّحـدت الجهة في الارتفـاعين أو اختلفت، أو اتّحـدت دائرة السمت أو اختلفت أو كانت الشمس فيها على دائـرة واحدة من الـدوائر المتـوازية أم لم تكن، فإنّ البرهان على ذلك واحد. [انظر الشكل رقم (٢٧)].



[الشكل ٢٧]

وليكن قوسان من دائرتين سمتيّتين† على مـركز ه ⌐وليكن الفصـل المشترك بـين† كل م ١٢٤ و
واحدة من القوسين ودائرة الأفق خط ها ، هب †. وليكن المقياس خط هز . وليكن/ظلّه ٢٠١ ظ
في† احـدى الدائـرتين في الارتفـاعـين زح وفي الارتفـاع الآخـر زط †. وليكن ظـلاّ

١ ـ †...†: سقطت في ں.
٤ ـ الدوائر: الدائرة في م.
٩، ١٢ ـ †...†: «وبرهانه ظاهر فأمّا ان دائرة الارتفاع الشرقي والارتفاع الغربي ان كانت مثـلاً دائرة واحدة من الدوائر السمتيّة أو كانتا اثنتين، لم يضر ذلك لانّ الـبرهان فيهـا واحد. وليكن نصف دائـرة السمت دائرة ا ب ج د » في ں.
١٢، ١٣ ـ †...†: «هذه الدائرة ودائرة الأفق خط ا ب » في ں.
١٤ ـ †...†: «في الارتفـاع الشرقي زح وفي الارتفاع الغربي زط » في ں. زط : بط في بـ وم، ظلاّ: ظل في ں.

٢٠١ ظ

زح ، زط متساويين. ولنصل بين طرف كل واحد من الظلّين وبين رأس المقياس بخط مستقيم وننفذه الى دائرتي الارتفاع، وليقطعانها على نقطتي ج ، د .

فمن البيّن أنّ اعلى آ نقطة من محيط دائرة الشمس - اعني مما يلي سمت الرأس من الشمس - يكون على هاتين النقطتين في وقتي هذين الظلّين. فأقول إنّ قوس اج مثل قوس ب د . ب ١٠٨ و

برهان ذلك أنّ كلا خطّي طز ، زه ، مثل كلا خطي حز ، زه وزاويتي ز قائمتان. فزاويتا ط ، ح متساويتان. ولأنّ كل واحد من خطي زط ، زح مواز للأفق تكون زاوية د ه ب الخارجة مساوية لزاوية ط الداخلة. وكذلك زاوية ج ه ا مثل زاوية ح . وزاويتا ح ، ط متساويتان. فزاويتا د ه ب ، ا ه ج - أعني قوسي د ب ، ا ج متساويتان.

ومعلوم أنّ الارتفاعين متى كانا متساويين تكون الدائرة الموازية للافق التي تمرّ بمركز الشمس فيهما دائرة واحدة من الدوائر الموازية للأفق. وهي التي اسمّيها دوائر الارتفاع لأنّ العمودين النازلين من موضعي الشمس يكونان متساويين لأنّهما جيبا قوسين متساويين. فالدائرة التي مرّت بالشمس واحدة. ويكون موضعا الشمس في الارتفاعين هما الفصلان المشتركان للدائرة الموازية اليومية ولهذه الدائرة الموازية للأفق لأنّ الشمس تكون عليهما في هذين الوقتين. ولمّا كانت دائرة نصف النهار تمر بقطبي هاتين الدائرتين لأنّها تمرّ بسمت الرأس وقطب العالم، وهما قطبا هاتين الدائرتين، فهي تقطع القسيّ التي انفصلت من تقاطع هاتين الدائرتين نصفين نصفين.

وأيضاً فإنّ الموازية اليومية تقاطع الأفق ودائرة نصف النهار تقطعها فتقطع قسيها المنفصلة من تقاطعها بنصفين نصفين.

آ ايضاً وقد تكرر ذلك في كتاب الأكر لثادوسيوس فلا نطيل الكتاب باعادته. ومما برهن ق ١٠٨ ظ

٢ - دائرتي: دائرة في ب. وليقطعانها: وليقطعانها في ب.
٣ - فمن: من في ب. اعلى: اعلا في ب.
٦ - كلا^(١٠٢): كلي في جميع النسخ.
٨ - ج ه ا : ج ه في ب.
١١ - كانا متساويين: تساوياً في ب.
١٢ - اسميها: نسميها في ب.
١٤ - موضعا: موضعي في بر وم.
١٥ - عليهما: علها في ب.

فيه أيضاً أنّـه متى مرّت بقـطبي دوائر متـوازية دوائـر عظام فـانّها ⌐ تفصل فيـها بينها من المتـوازية قسيًّـا م ١٢٤ ظ متشابهة. ولّما كانت الـدوائر السمتيـة التي كانت قـوسا الارتفـاع منها قبـل الزوال والتي كـان الارتفـاع منها بعـده، ودائرة نصف النهـار قد مـرّت بقطب الـدوائر المـوازية لـلأفق، فتكون القوسان اللتان انفصلتا بهذه الثلاثة الدوائـر من الدائـرة الموازيـة للأفق مشـابهتين للقـوسين اللتين تنفصلان بالدوائر الثلاثة المذكورة من دائرة الأفق. لكن دائرة نصف النهار قـد قسمت القوس التي من الدائرة/ الموازيـة للأفق التي فيـها بين دائـرتي السمت بنصفين، وهـما شبيهتان ٢٠٢ و بقـوسي الأفق اللتـين فيـها بـين الشمس ونصف النهـار، فتكـون القـوسـان اللتـان من الأفق متساويتين لأنَّ نسبة كل منهما الى دائرة الأفق واحدة. فهما متساويتان.

واذا تبيّن ذلك فنقول أيضاً ان الدوائر المتوازية التي تكون في السطح المستـوي هي التي مـركزهـا واحد. وان الخـطوط المستقيمة التي تخـرج من المركـز تفصل فيـها بينها من الـدوائـر المذكورة قسيًّا متشابهة. فاذا توهّمت الفصول المشتركة لدائرتي السمت ودائرة نصف النهار وقد قطعت دائرتي الأفق والهندية، وهما على مركز واحد، فإنَّ القوسين من الهندية تكونان شبيهتين بالقوس التي من الأفق التي تبـيّن انّهما متساويتـان. فلذلك تكـون القوسـان من الهنديـة أيضاً متساويتين.

ولّما خرج لنا الفصلان المشتركان للأفق ودائرتي السمت في وقتي الارتفاعين المتساويين، وهـذان الفصلان هـما وسطا الـظل في الوقتـين، علمنا آ أنَّ خط نصف النهـار يكـون قـاسـماً ى ١٠٩ و للقـوسين اللتـين من الهنديـة ومن الأفق فيـها بـين الفصلين السمتّيـين ـ أعني نصفي الـظل ـ

١ ـ مرّت بقطبي: ادير على قطبي في ى. بينها: بينهما في بر.

٢ ـ الدوائر: الدائرة في ى. قوسا: قوسي في بر و م. منها: سقطت في ى.

٣ ـ الارتفاع منها: سقطت في بر. قد: وقد في ى. بقطب: بقطبي في ى. الموازية للافق: المتـوازية في ى، فتكون: فكان في ى.

٤ ـ انفصلتا: انفصلا في بر. مشابهتين: متشابهتان في جميع النسخ.

٧ ـ اللتان: اللذان في ى.

٨ ـ متساويتين: متساويتان في ى. كل: ى تضيف: «واحدة من قوسي الموازيـة الى المحيط نسبة واحـدة لتساويهما، وهما على نسبتي القوسين اللتين من الأفق فتكون نسبة كل».

١١ ـ وقد: قد في ى.

١٢ ـ والهندية: والدائرة الهندية في ى.

١٣ ـ انّهما: أنها في ى. القوسان: القوس في ى.

١٤ ـ متساويتين: متساويتان في جميع النسخ.

١٥ ـ ودائرتي: ودائرة في م.

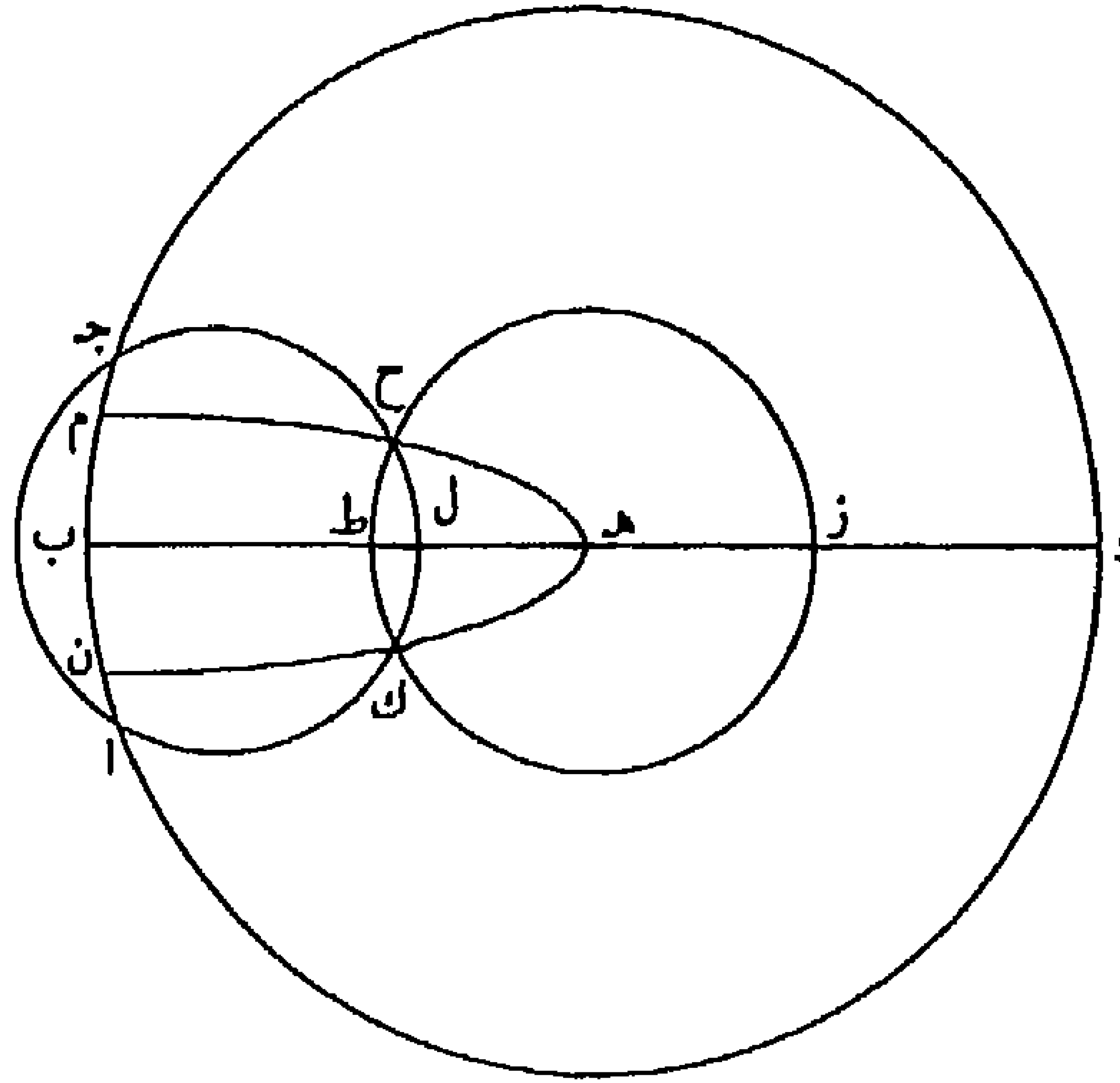
١٦ ـ وسطا: وسط في ى. النهار: سقطت في م.

١٧ ـ ومن: سقطت في ى. الظل: الظلين في ى.

٢٠٢ و

بنصفين نصفين. فلذلك قسمنا القوس التي من الهندية بنصفين. وعلمنا أنَّ هذا الخط اذا انفذ على استقامة قسم القوس التي من الأفق بنصفين.

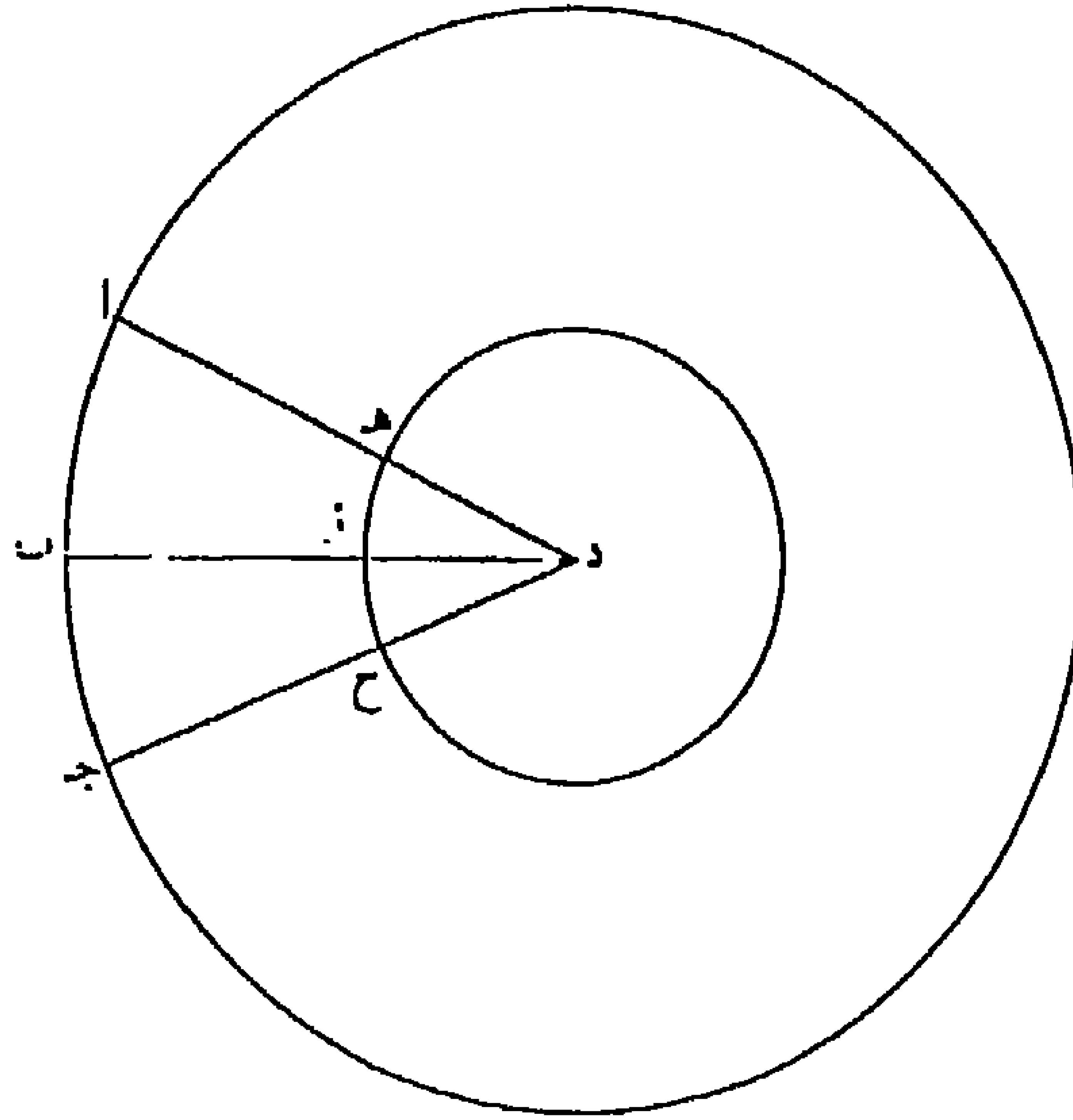
مثال ذلك في الدوائر على الكرة [انظر الشكل رقم (٢٨)]. فلتكن دائرة الأفق ابجد وقطبها ه . والدائرة الموازية للأفق في الكرة دائرة ح ط كـ ، وقطبها ه ايضاً. والدائرة الموازية التي تدور عليها الشمس ذلك اليوم دائرة ج ل ك وفصلها للأفق على نقطتي ا ، ج . ولتكن دائرة نصف النهار د هـ ب ، والدائرة السمتية قبل الزوال هكن ، وبعد الزوال ه ح م . فدائرة نصف النهار تقسم كل واحدة من قوسي ح ط كـ ، ح ل كـ بنصفين. ودائرتا السمت ونصف النهار تفصل فيها بينها من دائرتي الأفق والموازية له قسيًّا متشابهة ـ أعني قوس ح ط شبيهة بقوس مب ، وقوس ط كـ شبيهة بقوس ب ن . م ١٢٥ و لكن قوسي ح ط ، ط كـ متساويتان؛ فقوسا مب ، ب ن متساويتان.



[الشكل ٢٨]

١ ـ قسمنا: سقطت في م. هذا: سقطت في ں.
٤ ـ والدائرة: والدوائرة في ں.
٥ ـ للأفق: الأفق في ب.
٧ ـ كل: مكررة في م. واحدة: واحد في ں. قوسي: قسي في ں.
٨ ـ بنصفين: ں تضيف: «وتقسم ايضاً كل واحدة من قسي ح ل كـ ، ج ب ا بنصفين نصفين».
ودائرتا: ودائرة في ں.
١٠ ـ قوسي: قوسا في ں، قوس في م.

وأمّا اذا كانت الدائرة الموازية في سطح الأفق فلتكن [في الشكل رقم (٢٩)] دائرة الأفق ابج على مركز د ، والدائرة الهنديّة هزح على مركز د أيضاً. وليكن وسط الظل قبل الزوال على محيط الدائرة الهنديّة نقطة ه . ومعلوم أنّ وسط الظل هو الفصل المشترك بين دائرة السمت ودائرة الأفق. آفاذا وصلنا/ بين نقطة د ونقطة ه وانفذناه الى نقطة ى ١٠٩ ظ ـ ٢٠٢ ظ ا ، من الأفق كان خط د ه ا منصّفاً للظل، وهو الفصل المشترك بين الأفق ودائرة السمت قبل الزوال. وكذلك الحال في خط د ح ج المشترك لدائرة السمت ودائرة الأفق بعد الزوال.



[الشكل ٢٩]

ومعلوم ممّا تقدّم أنّ دائرة نصف النهار تقسم قوس الأفق التي فيما بين دائرتي السمت بنصفين ـ أعني قوس ا ج . فلتكن نقطة ب هي النصف من قوس ا ج . وفصل دائرة نصف النهار للأفق خط د ب ، وليقطع قوس ه ح على نقطة ز . فيكون قوسا ا ب شبيهة بقوس ه ز وقوس بج شبيهة بقوس ز ح . وقوس ا ب مثل قوس بج . فقوس هز مثل قوس ز ح . فيكون متى قسمنا قوس هح بنصفين فقد وقعنا

٢ ـ وليكن: ولكن في م.

٧ ـ دائرة: سقطت في ى.

٩ ـ للافق: الأفق في بر. د ب : صححت على هامش ى. ز : ز ح في م. فيكون قوسا: وقوس في م. قوسا: قوس في ى.

على الفصل المشترك بين الـدائرة الهنـدية وخط نصف النهـار الذي يمـرّ بنقطة د . وذلـك ما أردنا بيانه.

فصل : في أحوال الكسوفين ومعرفة دقائق السقوط ودقائق تراجع الإمتلاء وزمان المكث من قبل معرفة أصابع المنكسف من قطر النيّر .

فـأمّا قـطر الشمس فإنّ بـطلميوس قـد اصطلح مـع نفسه ان قسمـه باثني عشر قسماً ب ١١٠ و متساوية. وسمّى كل قسم منها اصبعاً. واستعمل ذلك في تقدير ما يظلم من القطر.

وأمّـا مساحـة السطح المرئي من الشمس فإنّـه لم يعتبر التحـديب في مساحتـه، لكنّه م ١٢٥ ظ مسحه على أنّ سطحها سطح دائرة مستو على ما يُرى منـه. †ولأنّ اكثر من يتـأمّل الكسـوف انما يقيس الجزء المظلم بالمضيء، ولذلك بيّن مساحة السطح ولم يقتصر على القطر وحده†.

وقد بيّن ارشميدس بشكل هندسي برهاني انّ سطح الـدائرة مسـاوٍ لسطح مثلث قـائم الزاوية يكون أحد ضلعيه المحيطين بالقائمة مساوياً لنصف قطرهـا والآخر مسـاو لمحيطهـا. وبيّن ايضاً ان نسبة قطر الدائرة الى محيـطها فيـها بين الـواحد الى الثـلاثة والسبـع وبين نسبـة الواحد الى الثلاثة وعشرة اجـزاء من أحد وسبعـين جزءاً من واحـد. فجعل نسبـة القطر الى المحيط كالنسبة الأولى بالتقريب، وهي كنسبة السبعة الى الاثنين والعشرين.

وبيّنّا نحن أيضاً أنّ نسبة القطر الى المحيط إنّمـا هي نسبة بـين نسبتين: احـداهما نسبـة الواحد الى ج ح كط ، والثانية نسبة الواحد الى ج ح لب لز ى . وكل واحدة منهـما أقل من ثلاثة أمثال الواحد وسبعه. وسنخرج ذلك فيما بعد.

---

١ ـ الفصل: فصل في م.
٣ ـ فصل: الفصل الثالث والستون في ب.
٨ ـ السطح: على هامش بر. يعتبر: يتغير في بر وم.
٩ ـ مستو: مستوي في جميع النسخ.
٩، ١٠ ـ †...†: سقطت في ب.
١٣ ـ والسبع: وسبع في ب.
١٥ ـ الأولى: الأول في بر.
١٦ ـ احداهما: احدهما في بر وم، احديها في ب.
١٧ ـ ى : د في بر. واحدة: واحد في بر وم. منهما: منها في بر وم.

ولمّا مسح بطلميوس سطح دائرة الشمس بما به القطر يب ، كان محيطها بهـذه الأجزاء سبعة وثلاثين وخمسة أسباع. وتكون مسـاحة سـطح الدائـرة بهذه الأجـزاء مايـة وثلاثـة عشر جزءاً وسبع جزء.

وكذلك الأمر في القمر/حين يكون في أبعـد ابعاده، وذلـك متى قارن أو قـابل الشمس ٢٠٣ و
وهو في ذروة تدويره. فأمّا اذا كان في بعده الأوسط فإنّ قطره يكون بهذه الأجزاء عـلى مقتضى اصوله يب مو بالتقريب.

وقـد وقع لبـطلميوس آ في الفصـل السـادس من السـادسـة من المجســطي عنـد عمـل ں ١١٠ ظ
الجداول سهو في الحساب. فإنّه يرى أنّ الزاوية التي يوترهـا قطر الشمس واحـدة في الـرؤيـة †في جميع أبعادها. وقال انّ قـطر القمر مسـاوٍ لقطر الشمس في الـرؤية† حـين يكون في أبعـد أبعاده في الاجتماعات والاستقبالات.

وقد قال في خامس الأشكال من السادسة انّـه متى فُرض أنّ القمـر قد كسف من قـطر الشمس ثلاثة أصابع، وهي ربعه، وكان القمر في بعده الأوسط من التدوير فإنّ قطره يكـون
اثني عشر اصبعـاً وعشرين دقيقة من اصبـع، التي هي نسبة الخمسـة عشر⌐جزءاً والأربعـين م ١٢٦ و
دقيقة الى الستة عشر جزءاً والأربعين دقيقة.

وهذا شيء كان قد استخرجه من قبل. وذلك انّه قـد بيّن ان قـطر القمر وهـو في ذروة التدوير ح يه م ، وفي بعده الوسط ح يو م ، وفي بعده الأقرب ح يز م في الاتصالات ـ اعني الاجتـماع والاستقبال. فسمّى الـدقائق اجـزاء والثواني دقـائق، وهذا أمـر لا يغيّر النسبـة فلا يضرُّ، لكن ليس نسبة الخمسة عشر وثلثين الى الستة عشر وثلثين على كل تقدير كنسبة الاثني

---

٢ ـ اسباع: ں تضيف «بالتقريب».
٦ ـ مو : مد في ں.
٧ ـ من: ں تضيف «المقالة».
٩ ـ †...†: سقطت في بر.
١٢ ـ ثلاثة: ثلث في ں. من: يعني من في ں و م.
١٣ ـ اصبعاً: يعني اصبعاً في ں.
١٦ ـ التـدوير: تـدويره في ں. م : بر تضيف الحـاشية التـالية: «وهـذه المقـادير بحسب ابعـاده من الأرض وهي قسي يـوترهـا نصف قطره بحسب تلك الأبعـاد من تلك الدوائـر. فامّـا بما بـه نصف قطر الأرض واحد (كذا) فسيأتي فيما بعد».
١٧ ـ الدقائق: دقائق في م.

عشر الى الاثني عشر وثلث، وإنّما هي كنسبة الاثني عشر الى اثني عشر ونصف وربع بالتقريب.

وهذا أمر بنى عليه الجداول فكرر ذكره فلا ينسب الى غيره. ولقد عجبت من الذين يتبعون اشياء قد أخذها بالتقريب الذي لا يضرّ، مع علمه بذلك، ولم يفطنوا لمثل هذا الخلل وهو بيّن.

ونرجع الى ما كنّا بصدده فنقول: إنّ بطلميوس لمّا مسح كل واحدة من دائرتي النيّرين على ما قلنا ⁷ من الطريق في امر الشمس، وكانت مساحة دائرة الشمس على حسابه قيج ں ١١١ و
و دقائق، وذلك انّه اخذ نسبة القطر الى المحيط كنسبة الواحد الى ثلاثة وثمان دقائق وهي أقل من السبع بأكثر من لد ثانية. وأمّا محيط دائرة القمر فانّه قال انّه لح مو على النسبة التي بيّنها وهو على التحقيق م و. وقال انّ مساحة سطح دائرة القمر قيط لب، وهي على التقريب قكح.

وأمّا ما ذكر من محيط الشمس ومساحة سطح دائرتها فهو كما قاله† أوّلاً. وأمّا مساحة دائرة القمر فلم تكن على التحقيق لأنّه عمل في مساحتها على أنّ قطر القمر اثني عشر وثلث. وقد تبيّن فساد ذلك†.

ثم انّه عاد فردّ جميع سطح دائرة الشمس الى اثني عشر وسمّاها اصابع أيضاً. وبيّن مساحة الشكل البيضي الذي انكسف من سطح الشمس بأن مسح كل واحد من القطاعين اللذين في دائرة الشمس ودائرة القمر، وهما اللذان يحيط/بكل واحد منهما قوس من محيط ٢٠٣ ظ
دائرته وخطّان مستقيمان يخرجان من مركز دائرة القطاع الى طرفي قوسه، وهما موضعا التقاطعين المرئيين بين دائرة الشمس والقمر. ومسح ⌐ الشكل ذا الأربعة الذي يحيط به م ١٢٦ ظ

---

١ - وثلث: والثلث في ں، انّما: وانّما في ں. اثني: الاثني في ں.
٢ - بالتقريب: بأقرب التقريب في ں وتضيف على الهامش «وأمّا بالتحقيق فهو كنسبة الاثني عشر الى الاثني عشر مه نز كز» وم تضيف «والتحقيق يب مه نز».
٣ - فكرر ذكره: فتكرر منه ذكره في ں. من: لمن في بر وم.
٤ - يفطنوا: يفطنو في ں.
٧ - وكانت: فكانت في ں. قيج: قيط في ں، قيح في م.
١٠ - و: ي في ں. سطح: سقطت في ں.
١١ - قكح: قكـ ل في ں.
١٢، ١٤ - †...†: «على التحقيق قيج و» في ں.
١٥ - دائرة: على هامش م. اصابع: اصابعاً في ں.
١٩ - ذا: ذي في بر وم. الأربعة: ں تضيف «الأضلاع».

٢٠٣ ظ

انصاف القطرين بأن توهم خطاً يصل بين تقاطعي الدائرتين فيفصل هذا الشكل بمثلثين. ويعرف نصف هذا الخط، وهو العمود، فضربه في نصف ما بين المركزين صل مساحة الشكل.

ولأنّ القطاعين يزيدان على هذا الشكل بالشكل المتداخل منها، وهو الشكل البيضي المطلوبة مساحته، فاسقط من مجموعها مساحة الشكل، فكان الباقي مساحة البيضي المطلوب. فوضعها في جدول صغير بازاء ثلاثة اصابع† منكسفة من القطر. وكذلك فعل في باقي الحساب ـ أعني ما بازاء اصبع واحدة، واثنين†، واربعة الى تمام اثني عشر اصبعاً.

فبهذا الطريق عمل جدول مساحة المنخسف من جرم الشمس وجرم القمر أيضاً، الاّ أنّ كسوف آ القمر يزيد على كسوف الشمس بأنّ له في بعضها مكثاً، لأن قطر دائرة الظل ں ١١١ ظ مثلان وثلاثة اخماس قطر القمر. وبطلميوس ابداً يقدر قطر الدائرة العظمى بما يكون به قطر الدائرة الصغرى اثني عشر اصبعاً. ويقدّر ايضاً مساحة الدائرة العظمى ايضاً بالمقدار الذي تكون به مساحة الدائرة الصغرى يب †اصبعاً. فتكون امّا اصابع قطر الشمس ودائرة الشمس فانها عنده يب† دائماً. وأمّا قطر القمر في الكسوفات القمرية يب دائماً ايضاً. وكذلك مساحة سطح دائرته المرئية.

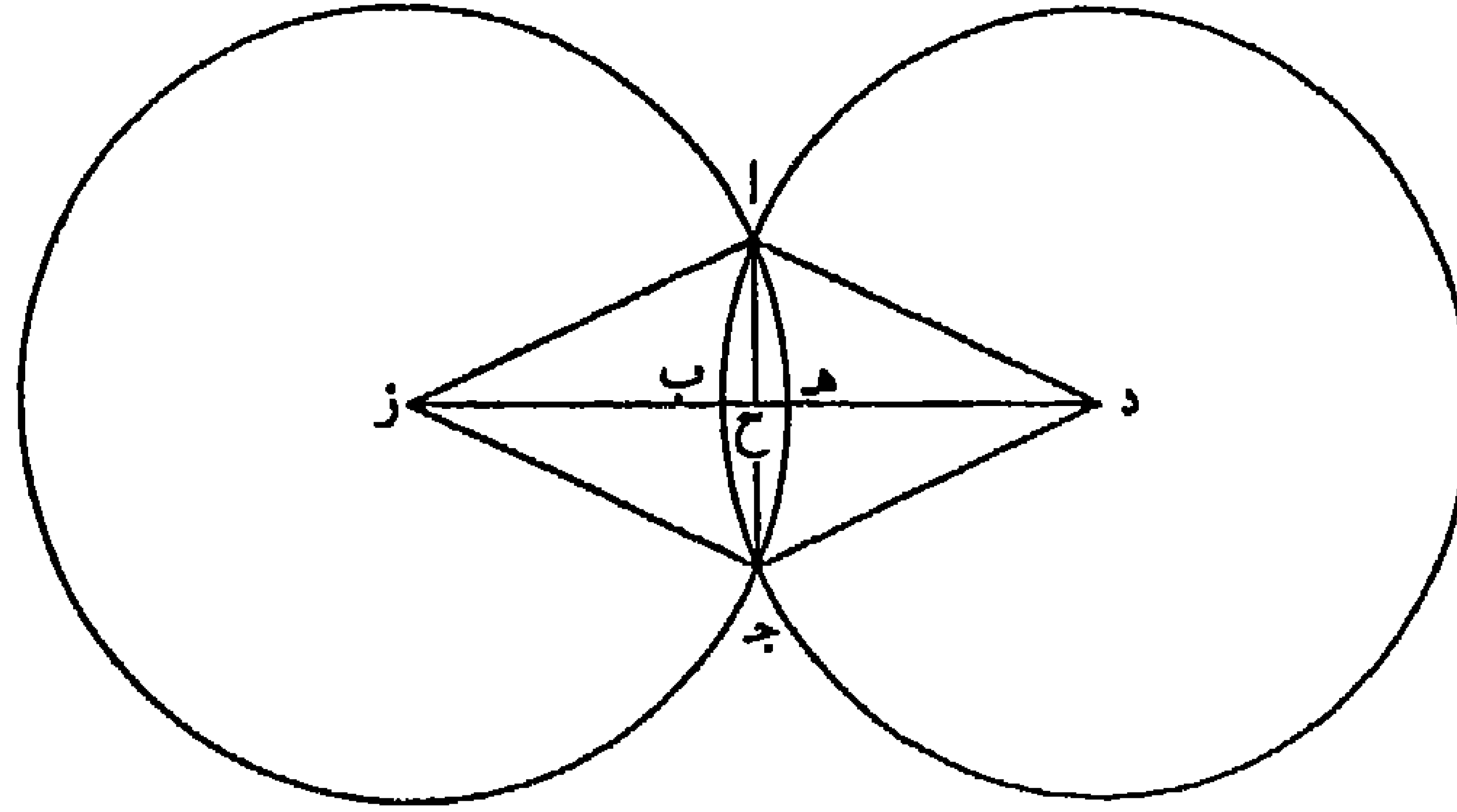
وأمّا قطر دائرة الظلّ فتكون لا يب بما به قطر القمر يب دائماً أيضاً. وكذلك تكون مساحة سطح كل واحد منها من قبل مقدار قطره.

مثال ذلك امّا في الشمس والقمر فلتكن [في الشكل رقم (٣٠)] دائرة الشمس ابج على مركز د، وأمّا دائرة القمر فدائرة اهج على مركز ز. ولتقاطع دائرة القمر لدائرة الشمس في رأي العين على نقطتي اج. ولنصل بين المركزين بخط دز، وبين

---

٤ ـ على: الى في ں. منها: منها في ں.
٥ ـ المطلوبة: المطلوب في جميع النسخ. مجموعها: مجموعها في م. فكان: على هامش ں.
٦، ٧ ـ †...†: سقطت في م.
٨ ـ جدول مساحة: جدولاً لمساحة في ں.
٩ ـ مكثاً: مكث في ں و م.
١٠ ـ يقدر: يقطر في م.
١٢، ١٣ ـ †...†: مكررة في م.
١٤ ـ مساحة: سقطت في م.
١٥ ـ وكذلك: ولذلك في ں.
١٨ ـ ز: سقطت في م.

التقاطعين بخط اج يقطع زد على ح . وليكن المنكسف من قطر الشمس خط هب ومن سطحها شكل اب ج ه . والمطلوب ههنا انما هو مساحة بيضي ابج ه ، الذي ⌐هو مقدار زيادة قطاعي ابج د في دائرة الشمس وقطاع ا ه ج ز في دائرة القمر على شكل م ١٢٧ و ا ز ج د ذي الأربعة الأضلاع المستقيمة الخطوط الذي يحيط به نصفا القطرين من كلتا الدائرتين في هذه الصورة.



[الشكل ٣٠]

ٮ ١١٢ و ـ ٢٠٤ و آ فأمّا متى/كان القمر في بعده الأبعد، فإنّ قطره يكون في الرؤية التي يطلب معرفة المساحة بحسبها مساوياً لقطر الشمس. فيكون استخراج مساحة هذا الشكل سهلاً لأنّا لا نحتاج فيها الى مساحة القطاعين بل يكفينا أن نضعف مساحة احدهما لأنّهما متساويان.

وأمّا اذا كان القمر في بعده الأوسط من التدوير، او بعده الأقرب منه، فإنّ قطره يكون أعظم من قطر الشمس لما سبق. فيحتاج الى مساحة كل واحد من القطاعين على حياله كما في هذه الصورة.

فاذا علمنا† مساحة كل واحد من قطاعي ابج د ، ابج ز ونجمعهما ونسقط من الجملة† مساحة ذي اربعة أضلاع ا د ج ز سواءٌ ان وقع المركزان خارجين عن هذا السطح البيضي كما في المثال الأول أو وقع احدهما أو كلاهما داخلين فيه كما في المثال الثاني [انظر

---

١ ـ وليكن: ولكن في م.
٣ ـ زيادة: سقطت في م. في دائرة القمر: سقطت في م.
٤ ـ المستقيمة: المستقيم في ٮ. كلتا: كلي في جميع النسخ.
١٢، ١٣ ـ †. . .†: سقطت في م.
١٣ ـ مساحة: سقطت في ٮ.

٢٠٤ و

الشكل رقم (٣١)]، فما حصل بعد النقص فهو مساحة الشكل البيضي، وهو الذي استتر من احدى الدائرتين بالأخرى عن الأبصار.

[الشكل ٣١]

فأمّا مساحة القطاع فمن ضرب نصف القطر في نصف قوس القطاع. فأمّا معرفة قوس القطاع فيعلم من قبل الوتر المشترك - اعني خط اج - ونسبة كل واحد من خطي اد، از اليه. وهذه النسبة تعلم من قبل معرفة كل واحد† من نصفي قطري دب، هز، وخط ہب - وهو قدر ما انكسف من القطر - وهو المتداخل منهما. ونعلم من ذلك كل† واحد من خطوط دح، زح، اح، حج. †فنعلم نسبة كل واحد من اد، اب الى اج†.

فأمّا خط اد فهو واحد في جميع الأبعاد. وأمّا خط از فيكون معلوماً في كل بعد آ معلوم بحسب ذلك البعد. وأمّا كل واحد من خطي دح، زح فيعلمان من قبل ں ١١٢ ظ

خطيّ اد، از ومن فرض مقدار ب ہ - وهو المنكسف من قطر النيّر.

---

١ - الشكل: شكل في م.
٢ - احدى: احد في ں وم.
٣ - ضرب: سقطت في بں وم. القطاع٢: ں تضيف وقوسه.
٤ - ونسبة: ونسبته الى في بں وں.
٥ - اليه: سقطت في ں.
٥، ٦ - †...†: سقطت في ں.
٧ - اح، حج: اد، از في ں.
٧، ٨ - †...†: سقطت في ں.

فأمّا متى كان† ٦ اد مثل از ، فانَّ دح † يكون مثل زح . وكل واحد من م ١٢٧ ظ
دب ، زه، به معلوم. فالباقي ـ †اعني دز ـ معلوم†. فنصفه، وهو دح ، معلوم. واذا اسقطنا من مربع اد مربع دح † بقي مربع اح معلوماً. فجذره اح † معلوم، و اح دائماً مثل حج . فاج معلوم.

وأمّا اذا †كان خط از اعظم من خط اد ، †احتجنا الى زيادة في العمل. فنأخذ فضل مربع از †على مربع اد ونقسمه على خط دز ـ †اعني ما بين المركزين، اعني ما تبقى من مجموع نصفي القطرين† بعد اسقاط اصابع المنكسف† من القطر ـ فما حصل †أخذنا نصفه فنزيده على نصف خط دز ، فما حصل† يكون هو خط زح .
فيصير دح معلوماً. فمربعه معلوم. فنسقطه من مربع اد المعلوم فيبقى/مربع اح ٢٠٤ ظ
معلوماً. فخطي اح ، حج معلومان.

فاذا علم وتر اج بما به كل واحد من از ، اد المعلومين باجزاء متساوية، وهي الأصابع، رددناه الى ما يكون به از الأكبر س ، فيصير وتر احج معلوماً بما به ضعف از ، قك . فقوس اهج معلومة بما به محيط دائرة اهج ، شس . فهي معلومة بما به محيطها أربعون جزءاً وسدس على ما كنّا قد بيّناه من قبل في المثال. فمساحة قطاع ازجه معلومة بما به جميع سطح دائرة اهج ، قكح . فقطاع ازجه معلوم بذلك المقدار.

ومثل هذا العمل يعمل في دائرة ابج وقطاع ابجد فيصير معلوماً بما به سطح دائرة ابج ، قيج .

---

١ ـ كان: على هامش ى.
١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧ ـ †...†: غير مقروءة في م.
٢ ـ فالباقي: فوق السطر في م.
٣ ـ مربع: ربع في م. معلوماً: معلوم في ى.
٨ ـ †...†: ى: «أسقطناه من خط دز وأخذنا نصف ما تبقى». زح : دح في جميع النسخ.
٩ ـ دح : زح في بر وم. معلوماً: معلوم في ى. اد : از في بر وم.
١٠ ـ معلوماً: معلوم في ى. معلومان: معلوماً في بر وم.
١٤ ـ سدس: سقطت في بر وم. بيّناه: فرضناه في ى.
١٥ ـ معلومة: معلوم في جميع النسخ. قكح : قكل في ى.
١٧ ـ بما: سقطت في م.

†فإذا علمنا مساحة القطاعين نردها الى ما به دائرة الشمس اثني عشر اصبعاً فيصيران معلومين. ثم†نمسح ذا أربعة أضلاع ا د ج ز بما به القطر يب ونسقطه من مجموع قطاعي ابجد ، اهجز فيبقى الشكل البيضي ابجه معلوماً بما به جميع دائرة † ابجد ، قيج و . فاذا جعلنا سطح دائرة† ابجد ، يب ، يكون جميع ابجه معلوماً. ˥فنضعه في ب ١١٣ و الجدول بازاء الأصابع الثلاث المفروضة من قطر النيّر.

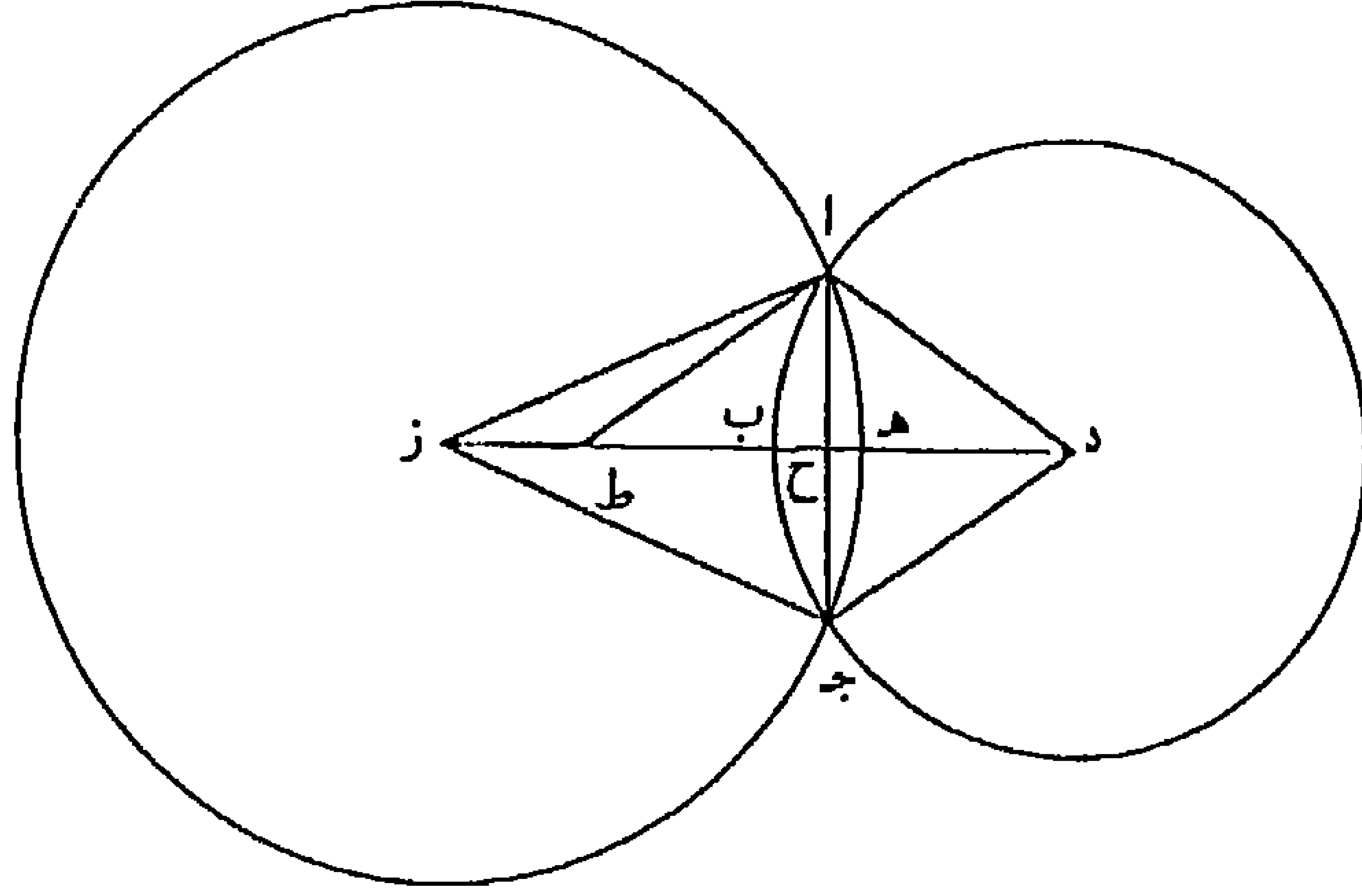
والعمل في كسوف القمر ومساحة دائرتي الظل والقمر مثل العمل في دائرتي الشمس والقمر لا يخالفه بشيء سوى عظم قطر دائرة الظل. فنجعل مساحة قطر الظل وبسيط دائرته بما به قطر القمر اثني عشر فنرده بآخره˥ الى ما به يكون سطح القمر اثني عشر اصبعاً. م ١٢٨ و

فأما معرفة قطر ذي الأربعة الأضلاع الذي يصل فيها بين تقاطع الدائرتين فانّ القطر الذي† يمر بالمركزين يقسمه بنصفين، وينقسم به بقسمين مختلفين†، يكون اعظمهما من جهة مركز الدائرة العظمى. أمّا في كسوف الشمس فمن جهة مركز القمر. وأمّا في كسوف القمر فمن جهة مركز دائرة الظل.

مثاله [انظر الشكل رقم (٣٢)] ذو أربعة أضلاع المقدم ذكره ا د ج ز وقطراه احج ، زحد . فلأنَّ خطي د ا ، د ج خرجا من المركز الى المحيط، فهما متساويان. وكذلك خطّا ا ز ، ز ج . وخط ز د الذي بين المركزين مشترك. فتكون زاوية ا ز د مثل زاوية ج ز د . فلذلك يكون خط اح مثل خط حج . وكل واحدة من زوايا ح قائمة. فيكون مربع ا ز مثل مربعي زح ، حا . ومربع ا د مثل مربعي دح ، حا .ومربع ا ز اعظم من مربع † ا د. فمربعا اح ، حز اعظم من مربعي اح ، حد . فنسقط مربع حا من الجانبين فيبقى مربع زح أعظم من مربع† دح . فتكون

١، ٢ ـ †...†: سقطت في ب.
٢ ـ نمسح: ونمسح في ب. ا د ج ز : ا د ج في ب و م.
٣، ٤ ـ †...†: سقطت في ب و م.
٤ ـ جميع: بيضي في ب.
٥ ـ الجدول: الجداول في ب. الثلاث: سقطت في ب، الثلثة في م.
٧ ـ عظم: ان عظم في ب. قطر الظل: قطره في ب.
٨ ـ اثني¹: اثنا في ب. فنرده: ونرده في ب. به: سقطت في ب.
٩ ـ يصل فيها: فوق السطر في م. بين: سقطت في م.
١٠ ـ †...†: سقطت في م.
١٦ ـ واحدة: واحد في ب. زوايا: الزوايا في م.
١٨، ١٩ ـ †...†: سقطت في م.
١٩، ١ ـ فتكون زيادة: فيكون فضل في ب.

زيادة مربع زح على مربع دح بقدر زيادة مربع از† على مربع اد†. فزح اعظم من دح . فنفصل حط مثل حد .فلأنّ كل واحد من از ، اد نصف أحد القطرين معلوم، وكذلك هب المنكسف، فيبقى زد † من الصورة المتقدمة† معلوماً.
وزيادة مربع از على مربع اد - اعني مربع/ زح على مربع دح - معلومة. وقد فصل ٢٠٥ و
خط حط مثل دح . †† فدط قسم على ح بقسمين متساويين. وزيد فيه خط ى ١١٣ ظ
طز . فضرب دز في زط مع مربع حط - اعني مربع دح - مثل مربع حز †.



[الشكل ٣٢]

فقد تبيّن أنّ زيادة مربع زح على مربع دح مثل ضرب دز في زط . فاذا قسمنا فضل مربع زح على مربع دح أعني فضل مربع از على مربع اد على

١ - †...†: مكررة في م.
٢ - نصف احد: نصفي في ى.
٣ - †...†: سقطت في ى. معلوماً: معلوم في ى.
٤ - معلومة: معلوم في ى.
٥، ٦ - †...†: ى: «ولأنّ خط [ق ١١٣ ظ] حز قسم على نقطة ط يكون مربع حز مثل مربعي حط ، طز وضعف ضرب طح في طز - أعني ضرب دط في زط . لكن ضرب دط في زط ومربع زط مثل ضرب زد في زط. فمربع حز مثل مربع حط - أعني مربع دح - ومثل ضرب زد في زط ».
٦ - دح : دحز في م. مثل مربع حز : سقطت في م.

٢٠٥ و

خط د ز خرج لنا خط ز ط ، وهو ضعف فضل خط ز ح على نصف خط د ز . فيصير معلوماً. وذلك أنّ كل سطح تعلم مساحته، ويعلم أحد ضلعيه، فتقسم المساحة على الضلع المعلوم، فإن الخارج من القسمة يكون هو الضلع المجهول. فيكون خط ز ط معلوماً، وجميع د ز معلوماً. فخط د ط معلوم، فنصفه د ح معلوم. ولذلك خط ح ز معلوم. ومربع كل واحد منهما معلوم. واذا اسقطنا مربع د ح من مربع ا د المعلوم يبقى مربع ا ح معلوماً. فخط ا ح معلوم. فضعفه ـ اعني ا ج ـ معلوم.

فهذه هي المقدمات التي اهملت في المجسطي، قد اتينا ⌐بها مردودة الى كتاب الأصول. م ١٢٨ ظ
وقد بقي من تتمة هذا الفصل معرفة استخراج دقائق السقوط ـ وتسمّى بدقائق الكسوف معاً ـ ودقائق تراجع الامتلاء ـ وتسمّى بدقائق بدء الانجلاء معاً ـ ودقائق المكث. وصورة ذلك.

فأمّا دقائق الكسوف فأوّلها بدء اظلام جرم النيّر وآخرها تمام الكسوف. فإن لم يكن في ذلك الكسوف مكث كان تمام الكسوف هو بدء الانجلاء، وهو وسط الكسوف. وإن كان فيه مكث فإنّ آخر دقائق الكسوف ـ المسمّاة أيضاً بدقائق الوقوع ـ هو أول زمان المكث. وآخر زمان المكث أوّل زمان دقائق تراجع الامتلاء، وهو أيضاً بدء الانجلاء.

فليكن المثال أولاً في كسوف ليس مستغرقاً لجرم النيّر. فأمّا في كسوفات الشمس فإنّهم لم يجعلوا لها مكثاً. وليس الأمر كذلك. ⌐وذلك انّه قد بيّن في المجسطي أنّ قطر القمر حين ں ١١٤ و
يكون في الاجتماعات والاستقبالات اذا كان في ذروة التدوير مساوٍ لقطر الشمس. وكل واحد منهما يوتر عند مركز العالم زاوية مبلغها† ح لا كـ . وان كان القمر في البعد الأوسط من التدوير يوتر قطره ح لج كـ †. وان كان في حضيض التدوير أوتر قطره ح له كـ . وقطر القمر شيء واحد. وإنّما هذه الدقائق هي أوتار قسي من الدوائر التي تُخط على مركز العالم

١ ـ ضعف: سقطت في ں.
٢ ـ تعلم: مكررة في ں.
٤ ـ معلوماً: معلوم في ں.
٦ ـ معلوماً: معلوم في جميع النسخ.
٨ ـ السقوط: فوق السطر في م. بدقائق: دقائق في ں.
١٤ ـ تراجع: ترى جمع في م. وهو: وهي في ں.
١٦ ـ يجعلوا: يجعلو في ں.
١٧ ـ مساو: مساوياً في ں.
١٨، ١٩ ـ †...†: على هامش ں.
١٩ ـ يوتر: اوتر في ں، لوتر في م. ح لج كـ : مكررة في ں، ح لح في م.
٢٠ ـ واحد: ں تضيف دائماً. قسي: لقسي في ں.

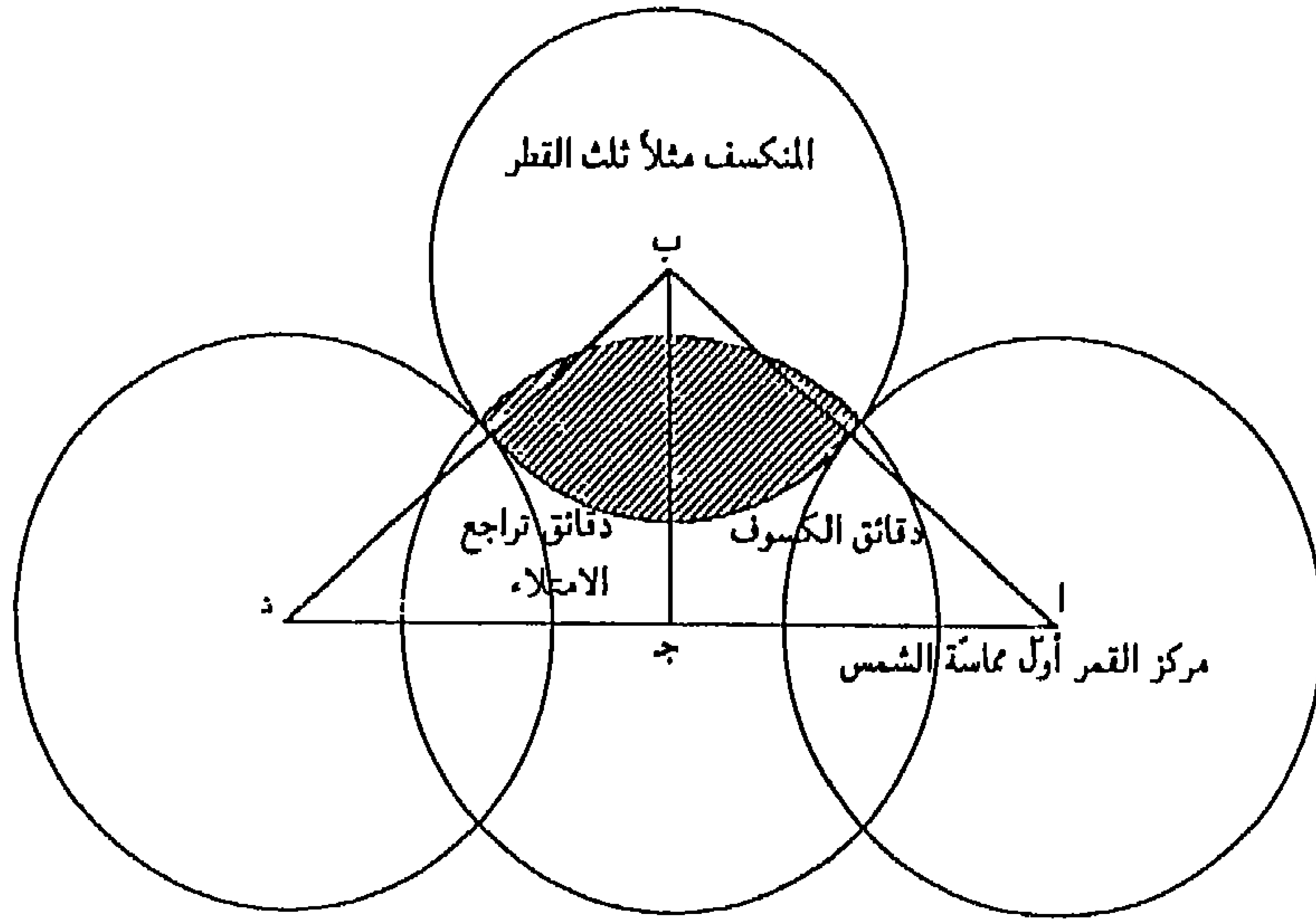
وبِبُعدٍ بُعْدٍ من ابعاد القمر. والقدر الواحد يوتر من الدوائر المتفاوتة قسيًّا مختلفة. فنسبة قطر القمر الى قطر الدائرة التي يمرّ بها في أبعد أبعاده هي نسبة صفر لا كـ †الى ثلاثمائة وستين†، والى قطر الدائرة التي يمرّ بها في بعده الوسط من التدوير خاصة كنسبة ح لج كـ، والى قطر التي يمرّ بها وهو في أسفل تدويره كنسبة ح له كـ. ونسبة زاوية /رؤية قطره وهو في ٢٠٥ ظ أبعد بعده الى زاوية رؤيته في أقرب قربه من التدوير كنسبة عدد مز الى نح، وهي نسبة الواحد الى الواحد وثمن بالتقريب. فيكون قطر القمر حين يكون في بعده الأقرب في كسوفات الشمس مثل قطر الشمس ومثل ثمنه بالتقريب. فليس نسبة رؤية قطر القمر ⌉في م ١٢٩ و بعده الأبعد الى رؤيته حين يكون في بعده الأقرب احداهما الى الأخرى كنسبة† بعده الأبعد الى بعده الأقرب†. وذلك انّ بعده حين تكون زاوية رؤيته الزاوية الصغرى سه يه ، وبعده حين تكون العظمى نذ مه ، وهي كنسبة المثل وسدس وربع عشر بالتقريب.

وأيضاً فإن القمر انّما يساوي قطره قطر الشمس في أعظم ابعاده عند مركز العالم، فيكون عند البصر - اعني سطح الأرض - أعظم. ولذلك يرى الكسوف الشمسي التامّ جماعة يكونون ذلك الوقت في قطعة من الأرض لها قدر في الطول والعرض. ولو كان انّما يساويه عند سطح الأرض كما يظنّه كثير من الناس لكان لا يرى الكسوف الشمسيّ التامّ الذي يكون القمر فيه في أبعد بعده سوى شخص واحد يتفق أن يكون واقفاً آعند نقطة رأس المخروط في ں ١١٤ ظ وسط زمان الكسوف، وليس كذلك. ويُستبيّن من هذا انّ لكسوفات الشمس اذا كان القمر في أسفل تدويره† مكثاً†. فأمّا كميّة مقداره فيسير، لأنّ القمر اذا كان في أسفل تدويره† يكون مسرعاً فيقطع ما هذا مبلغه في تسع ساعة مستوية، وهي غاية المكث للشمس لأن المقدار الذي يسيره القمر في هذا الوضع مساوٍ لفضل قطره على قطر الشمس بالتقريب.

---

٢ - الى قطر: مكررة في م. بها: به في ں. صفر: ه في ں، ح في م.
٢، ٣ - †...†: سقطت في ں. بها: به في ں.
٤ - التي: الذي في م. بها: به في ں. زاوية: سقطت في ں.
٤، ٥ - زاوية: سقطت في ق.
٥ - نح : عدد نح في ں. نسبة: كنسبة في ں.
٨ - احداهما: احدهما في جميع النسخ. الأخرى: الآخر في ں.
٨، ٩ - †...†: «زاوية زاويتي رؤيته» في ں.
١٠ - وسدس وربع عشر: الخمس في ں.
١١ - عند: وعند في م.
١٢ - لذلك: كذلك في م. التامّ: على هامش ں.
١٥ - واقفاً: واثقاً في ں. عند: غير مقروءة في ں.
١٦ - لكسوفات: الكسوفات في م.
١٧ - †...†: سقطت في م. فيسير: سقطت في ں. لأنّ: فلأنّ في ں.
١٩ - الوضع: الموضع في ں.

فأمّا اذا انكسف من الشمس بعض جرمها أو من القمر بعضه، فإنّ الأحوال الذي يُعتبر فيها ثلاثة: بدء الكسوف - وهو تماس الدائرتين - وذلك حين يكون الخطّان المارّان بمركزي النيّرين يحيطان بزاوية مساوية لزاوية يوترها حينئذ نصفا قطري النيرين. مثال ذلك [في الشكل رقم (٣٣)] دائرة الشمس مركزها ب ، ودائرة القمر امّا في أوّل الكسوف ا وفي وسطه ج وفي آخره د . ونصفا قطري النيّرين أمّا في بدء الكسوف فخط ا ب ، وأمّا حين تمام الانجلاء فخط بد . وتوسط الكسوف - وهو أكثر ما يبلغ من الاظلام - وذلك حين يكون مركز القمر على نقطة ج . وتمام الانجلاء، وذلك عندما يصير مركز القمر على نقطة† د . وتسمّى القوس التي يقطعها القمر† من حين يبتدىء بالكسف الى أن يبلغ نقطة ج /دقائق الكسوف، وعند المتأخرين ˥دقائق السقوط. وهي قوس ا ج . ومثلها ٢٠٦ و - م ١٢٩ ظ بالتقريب تكون قوس ج د ، وهي التي يقطعها الى تمام الانجلاء، وتسمّى دقائق تراجع الامتلاء، وعند المتأخرين دقائق الانجلاء.



[الشكل ٣٣]

١ - فأمّا: وأمّا في ں.
٢ - الخطّان المارّان: الخطّين المارّين في ٮر و م.
٣ - نصفا: ں تضيف «نصفي».
٥ - ج : ں تضيف «وأمّا». ونصفا: ونصفي في ٮر و م.
٧ - القمر: سقطت في ٮر.
٨ - †...†: سقطت في م.

فإذا علم عرض القمر المعدّل باختلاف المنظر في وسط زمان الكسوف، وهو ب ج يكون قدر المظلم من قطر الشمس معلوماً، وليكن مثلاً اربعة أصابع، وهو مقدار ما ينقص خط ب ج عن خط ا ب . فيكون ب ج معلوماً، وهو ثمان أصابع ـ على أنّ القمر في ذروة التدوير. فيكون كل واحد من ا ج ، د ج جذر ثمانين جزءاً ـ وهي ما تبقّى من مربع ا ب بعد اسقاط مربع ب ج .

وإنّما استعمل بطلميوس في هذا المكان الخطوط المستقيمة مكان القسيّ المنحنية لأنّ القسيّ الصغار من الدوائر العظام تكاد ان لا يكون بينها وبين أوتارها فضل يُعتدّ به. ولو فرض القمر في غير الذروة لكانت زيادة قطره على قطر الشمس معلومة. ويكون كل واحد من خطي ا ج ، ج د معلوماً بهذه الطريق.

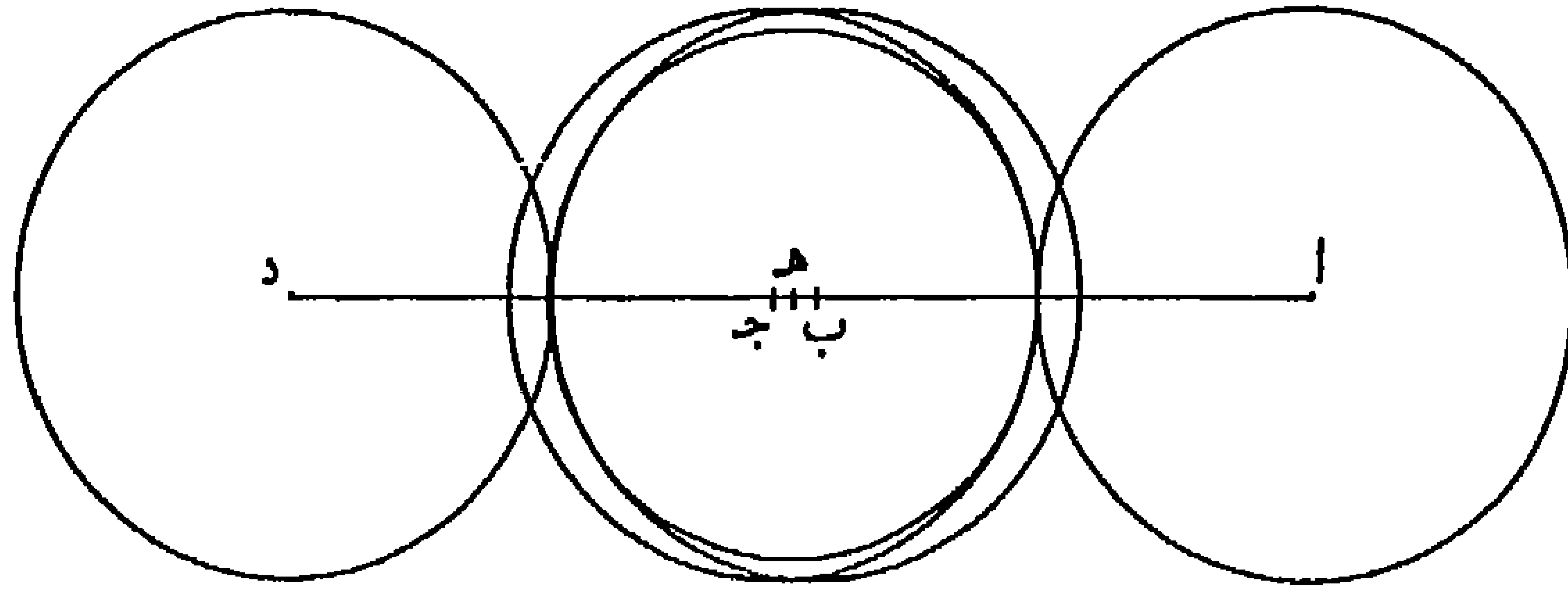
وأمّا اذا كان القمر في وسط زمان الكسوف بالقرب من ذروة التدوير فليس له مكث. وان كان في بعده الأقرب فانّ دائرة القمر تفضل على دائرة الشمس عند البصر باصبع ونصف وربع بالتقريب.

ويكون لكسوف الشمس خمس حالات كما في القمر وهي: بدء الكسوف ـ وذلك عند مماسّة دائرة القمر لدائرة الشمس بالرؤية من خارج من جهة المغرب، وتمام الكسوف ـ وهو عند أول اظلام جميع دائرة الشمس ـ وذلك حين تماس دائرة الشمس دائرة القمر بالرؤية من داخل من جهة المشرق، وتوسط الكسوف ـ وذلك حين ينطبق مركز القمر على الخط المارّ بالبصر وبمركز الشمس اذ كان القمر لا عرض له في هذا الفرض، وبدء الانجلاء ـ وذلك عند مماسّة دائرة القمر لدائرة الشمس من داخل من جهة المغرب، وتمام الانجلاء ـ وذلك عند مماسّة دائرة القمر لدائرة الشمس من جهة المشرق من خارج.

وليكن [في الشكل رقم (٣٤)] مركز القمر امّا في بدء الكسوف ⌐فنقطة ا ، وامّا في م ١٣٠ و
تمامه فنقطة ب ، وامّا في بدء الانجلاء فنقطة ج ، وامّا في تمام الانجلاء فنقطة د ، وامّا في وسطه فمنطبق على مركز الشمس نقطة ه .

---

١ ـ وسط: تحت السطر في ى. ب ج : سقط بعد هذا حوالى الصفحتين في ى.
١٢ ـ وربع: ربع في م.
١٣ ـ لكسوف: الكسوف في م.
١٧ ـ اذ: اذا في م.
١٨ ـ لدائرة: دائرة في بر.
٢٠ ـ وليكن: وهذه وليكن في بر.



[الشكل ٣٤]

فأمّا دقائق السقوط فمساوية لقطر الشمس، ودقائق المكث هي فضل قطر القمر على قطر الشمس، وهي ب ج ، ودقائق الانجلاء مثل دقائق السقوط. وذلك معلوم من جهة اقطار النيّرين.

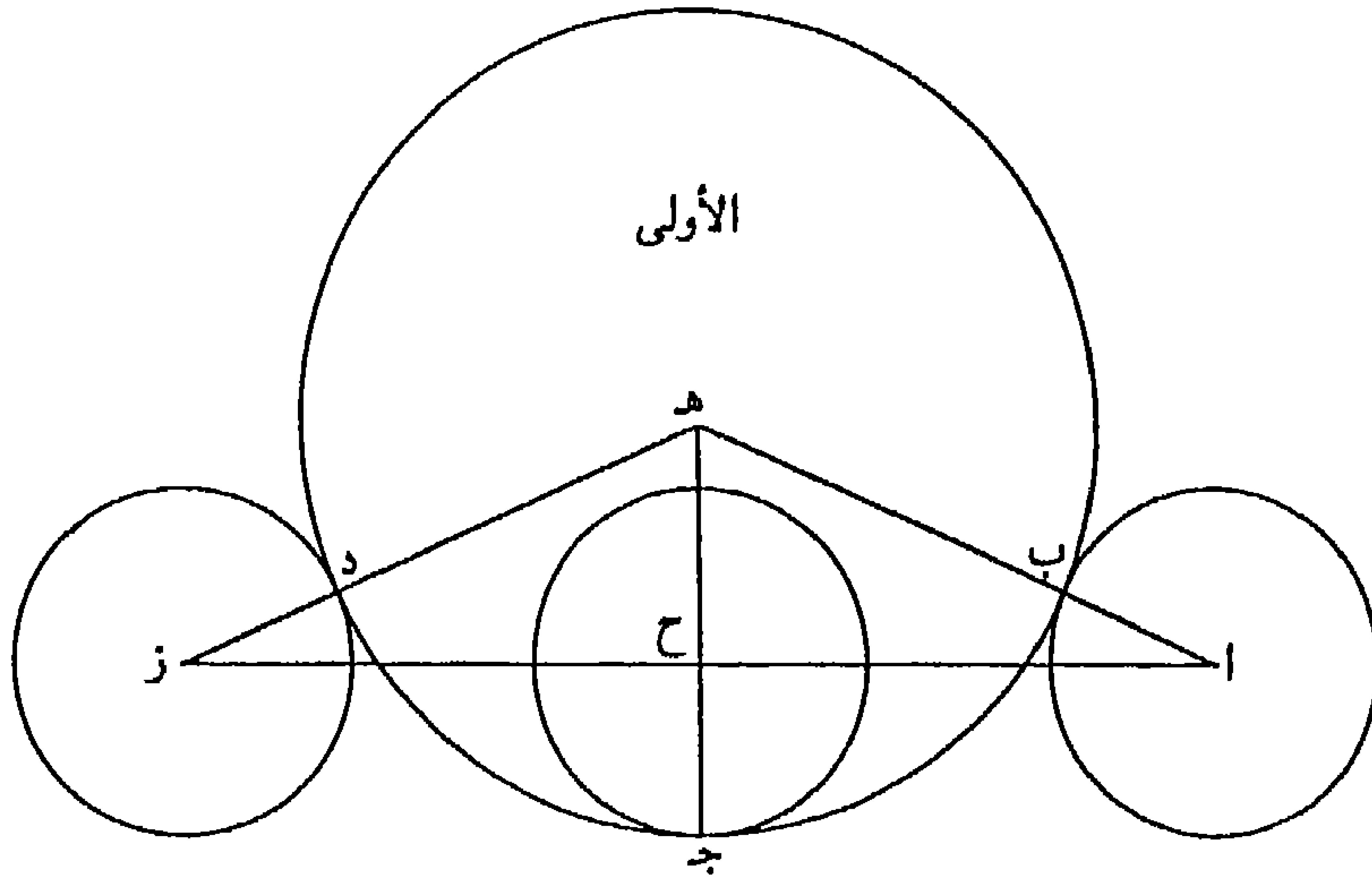
وأمّا كسوف القمر فاذا لم يكن مستغرقاً بجرمه فهو سببه بما مثلناه في كسوف الشمس في الصورة المتقدمة. واذا استوعب الكسوف كل جرمه ولم يكن له/ مكث اصلاً بل اتّصل ٢٠٦ ظ
آخر تمام الكسوف بأول بدء الانجلاء كما في الصورة الأولة، [الشكل رقم (٣٥)] فليكن مركز القمر في بدء الكسوف نقطة ا ، ولتماس الظل على ب ، ومركز القمر في وسط الخسوف نقطة ح ولتماس الظل على نقطة ج ، ومركزه في تمام الانجلاء نقطة ز ومماسّته للظل على د . فيكون خط ا ح تسعة عشر اصبعاً وثلثاً بالتقريب. وتكون احوال هذا الخسوف المعتبرة ثلاثة: بدء الكسوف وتمامه - وهو وسطه في هذا المثال - وانجلاؤه، وتمام الانجلاء. ں ١١٥ و

فأقول: انّ دقائق السقوط معلومة، وتكون في هذا الحال اعظم ما يؤخذ له من سائر دقائق سقوط توجد له في غيرها. ومعرفة مقدار هذه الدقائق من جهة العمود الواصل بين مركز القمر ومركز دائرة الظل،† وهو بعد مركز القمر عن دائرة† البروج في وسط الخسوف.

---

١ - فضل: فطل في ں و م.
٤ - مستغرقاً: مستغرق في ں و م.
٩ - وثلثا: وثلث في ں و م. هذا: هذه في ں و م.
١٣ - غيرها: ں تضيف: «وذلك ان تُعدَّ نقطة ح من مركز دائرة الظل في هذا الوضع خاصة اعظم من وضعها في غيره من الأوضاع. وخط ا ه مشترك وزاوية ح د قائمة. فخط ا ح في هذا الوضع خاصة أطول من كل خط يصل بين مركزي القمر حين يماسّ دائرة الظلّ مماستين متتاليتين، وخط ا ح [ح في ں] هو مقدار دقائق السقوط».
١٤ - †...†: «ونصف قطر القمر وبُعده عن».

٢٠٦ ظ



[الشكل ٣٥]

وكل واحد منها في الأبعاد المفروضة مفروض. فيبقى عمود ه ح معلوماً. وذلك أنّ مركز القمر في بدء الكسوف نقطة ا وفي وسطه نقطة ح . ودائرة الظل دائرة بجد على مركز ه . ومركز القمر عند تمام الانجلاء نقطة ز . وقد ماسّ دائرة الظل أولاً على نقطة ب وفي وسط زمان الخسوف على ج ، وفي آخره على د .ودأئرة الفلك المائل ا ز . فمن البيّن أنّ كلّ واحد من خطي ا ه ، ز ه معلوم، لأنّ كلّ واحد منهما هو مجموع نصفي القطرين ـ م ١٣٠ ظ أعني نصف قطر القمر ونصف قطر دائرة الظل. وعموده ه ح آ هو فضل نصف قطر الظل ں ١١٥ ظ على نصف قطر القمر، فيكون معلوماً. فنسقط مربع ه ح من مربع ا ب ه فيبقى مربع دقائق السقوط. ومثلها مربع دقائق الانجلاء. فهما معلومان. وينبغي أن نزيد على كل واحد من هذه الدقائق المستخرجة نصف سدسها، وذلك هو قدر ما تسيره الشمس الى حين يقطع القمر الدقائق المذكورة. وكذلك ينبغي أن نعمل في جميع ما تقدّم من الأعمال الكسوفيّة التي يُطلب فيها معرفة هذه الدقائق.

وأمّا اذا كان الكسوف القمريّ ذا مكث، فلنفرضه مثلاً في أكثر ما يكون له من

٢ ـ الكسوف: الخسوف في ں.

٤ ـ آز : اب في ں.

٦ ـ ه ح : فوق السطر في م.

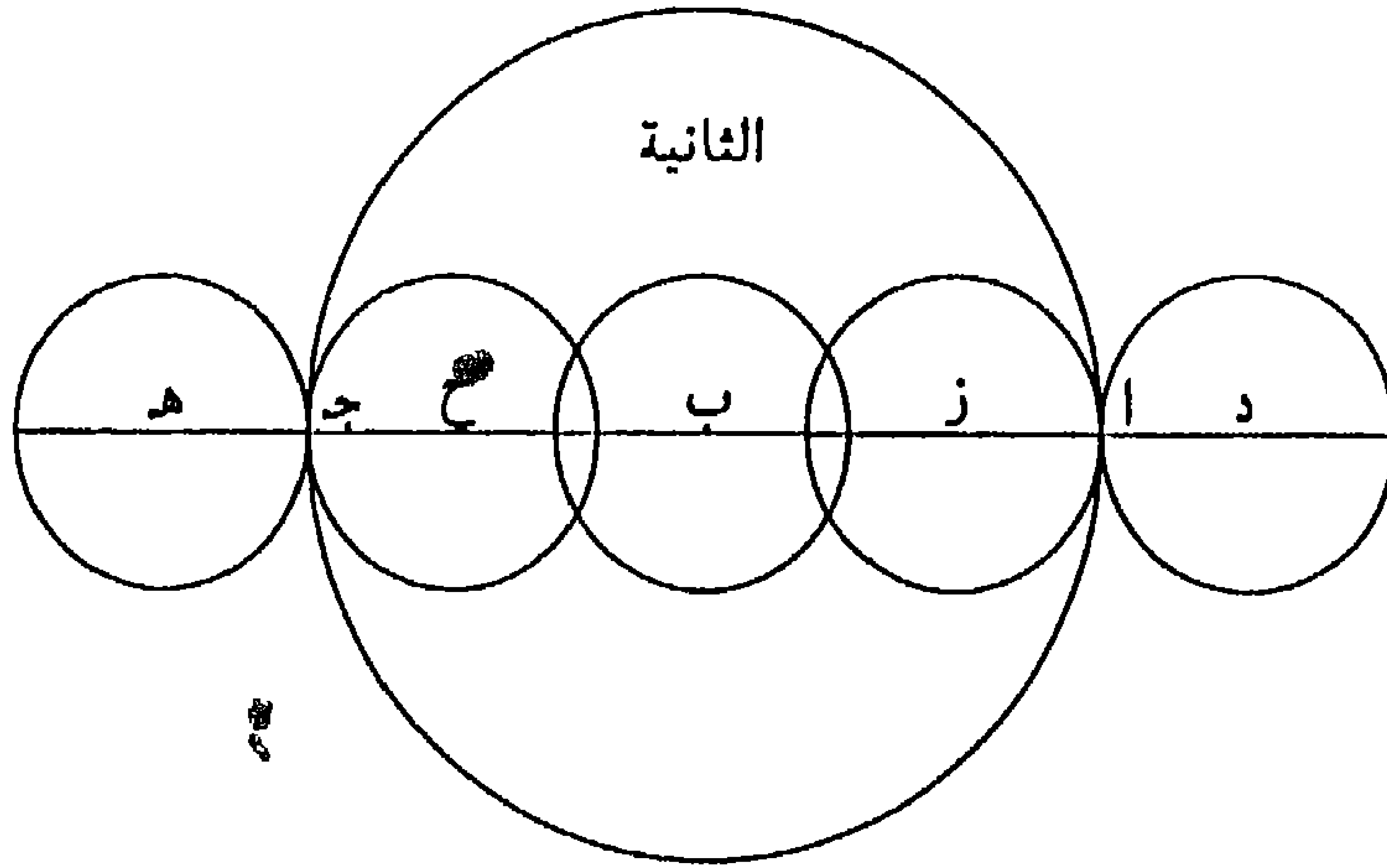
٨ ـ على: على هامش بر.

١٢ ـ الكسوف: كسوف في بر. فلنفرضه: ونفرضه في ں.

المكث، وذلك عند مرور مركز القمر بمركز دائرة الظل في وسط زمان الكسوف كما مثّلناه في الصورة الثانية. فتكون امّا دقائق السقوط في هذا الموضع خاصة تزيد على قطر القمر† بنصف سدسه، وهو قدر ما يسير مركز الظل الى حين يقطع القمر قوساً مساوية لقطر القمر، وهي أقل دقائق سقوط توجد للقمر†. ومثلها تكون دقائق الانجلاء بالتقريب.

وأمّا دقائق المكث فانّها تكون مثل قطر القمر مرّة واحدة وأربعة/ اخماس بالتقريب. ٢٠٧ و
وهي تزيد على فضل نصف قطر الظل على قطر القمر بجزء من يب . فلتكن دائرة الظل
ا ج على مركز ب، والدائرة المائلة د ه ، وليكن [في الشكل رقم (٣٦)] مركز القمر امّا
عند أول الكسوف فنقطة د مماسّ لدائرة الظل على ا ، وعند تمام الكسوف وبدء المكث
نقطة ز ، وفي توسطه نقطة ب ـ أعني منطبقاً على مركز الظل، وعند آ بدء الانجلاء على ں ١١٦ و
نقطة ح ، وفي تمام الانجلاء نقطة ه .

ومن البيّن أنّ كلّ واحد من خطي د ز ، ه ح هما دقائق السقوط وتراجع



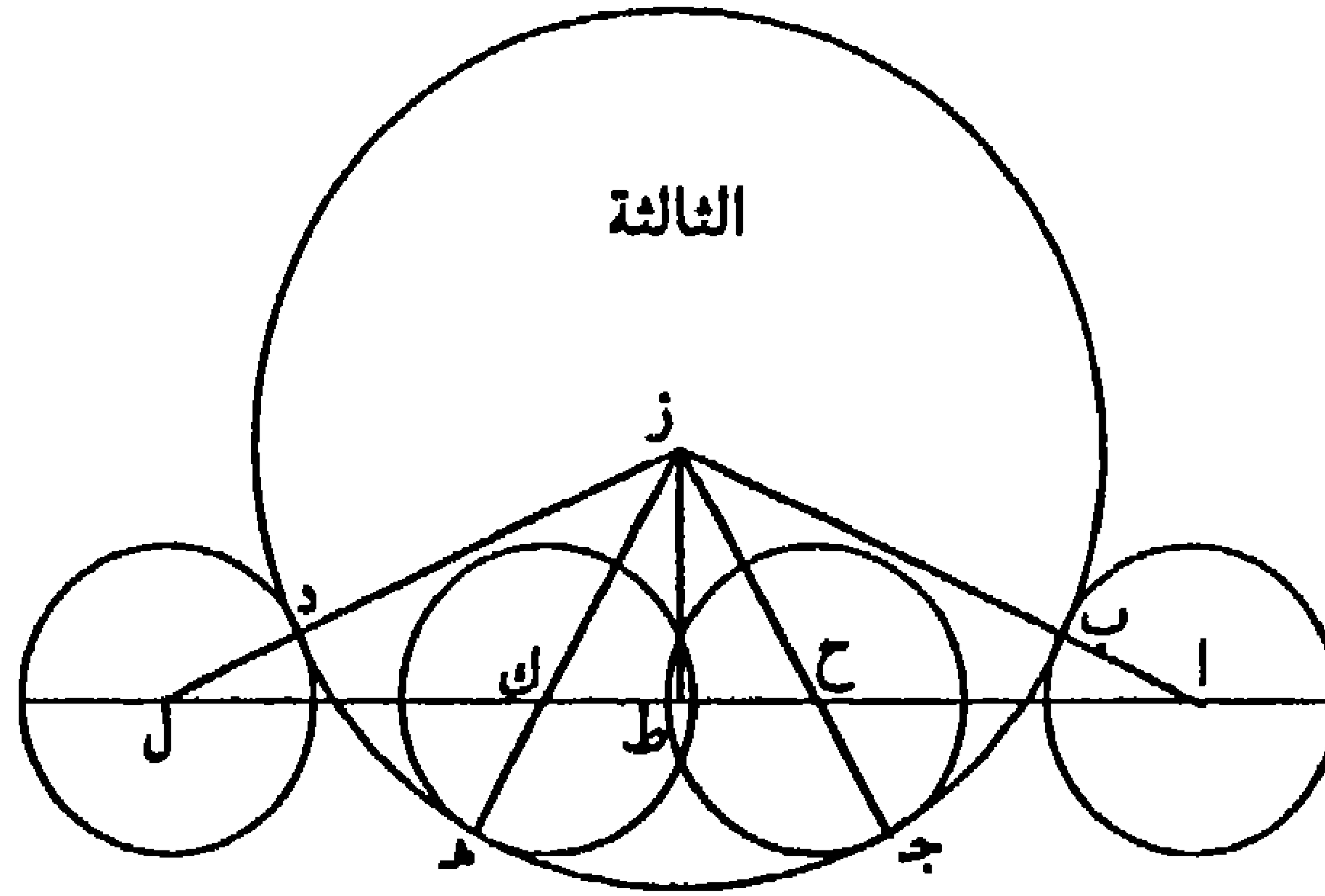
[الشكل ٣٦]

١ ـ مركز: المركز في م.
٢، ٤ ـ †...†: ں: «بجزء من اثني عشر من قطره».
٣ ـ يسير: يستر في بر.
٥ ـ واربعة اخماس بالتقريب: وربع وسدس في ں.
٦ ـ وهي: لانّها في ں. نصف: سقطت في بر و م.
٧ ـ القمر: سقطت في بر و م.
٩ ـ توسطه: التوسط في ں.
١١ ـ انّ: مكررة في م.

٢٠٧ و

الامتلاء، وخط ز ح ⌐دقائق المكث، ونقطة ب توسط الكسوف. والتفاوت بين القسيّ الصغار وأوتارها يسير. فلذلك اخذت ههنا على أنّها خطوط مستقيمة بالتقريب. م ١٣١ و

وأمّا اذا كان الكسوف ذا مكث ولم يمرّ مركز القمر بمركز الظل في وسط زمان الكسوف فنرسم له صورة ثالثة [الشكل رقم (٣٧)]. فليكن مركز القمر في مبدأ الكسوف نقطة ا وليماسّ دائرة الظل على نقطة ب . ولتكن دائرة الظل دائرة بجهد ومركزها نقطة† ز . وليكن مركز القمر عند تمام الكسوف وبدء المكث نقطة† ح ، وليماس دائرة الظل من داخل على نقطة ج ، ومركزه في توسط الكسوف نقطة ط ، وهو أقرب ما يكون من مركز الظل. ومركز القمر حين يماس دائرة الظل يريد الخروج منها، وهو بدء الانجلاء، نقطة كـ . ومركزه وهو مماسّ لها من خارج، وذلك تمام الانجلاء نقطة ل .



[الشكل ٣٧]

فلأنّ كلّ واحد من خطّي ا ز ، ز ل معلوم، لأنّه مجموع نصفي قطري القمر والظل. وخط ز ط ، وهو بعد مركز القمر من مركز الظل في وسط زمان الكسوف معلوم

---

٢ ـ بالتقريب: على هامش ں.
٤ ـ مبدأ: مثل هذا في ں.
٥ ـ بجهد : بجده في جميع النسخ.
٥، ٦ ـ †...†: سقطت في م.
٦ ـ الكسوف: الخسوف في ں.
٩ ـ ومركزه: ومركز القمر في ں.

لأنّه فضلة نصف قطر الظل على بعد مركز القمر عن البروج. ومربع ا ز مثل مربعي ا ط، ط ز. فمربع ط ا معلوم، وهو مثل مربع ط ل.

وأيضاً فلأنّ خط ز ح هو فضل خط ز ج على ج ح ـ أعني فضل نصف قطر الظل على نصف قطر القمر ـ فهو معلوم، ومربعه مساوٍ لمربعي ز ط، ط ح. فمربع ط ح معلوم، وهو دقائق نصف المكث. فيبقى خطا ا ح معلوماً، وهو دقائق الكسوف ـ اعني دقائق السقوط. وخط ا ح مساوٍ لخط ك ل، وهي دقائق الانجلاء. وخط ط ح مثل خط ط ك. † فاح و حك و ك ل دقائق السقوط ودقائق المكث ودقائق الانجلاء معلومة†. ى ١١٦ ظ

فاذا عملت بهذا العمل فزد على كل شيء منها نصف سدسه بسبب مسير الشمس فتحصل الدقائق المعدلة معلومة. / فتكون الأزمنة التي يقطع القمر فيها هذه الدقائق معلومة أيضاً† ان شاء الله تعالى†. ٢٠٧ ظ

فصل: في الكواكب المسمّاة بالثوابت. وبالبيابانيّة ونعت أشكالها وحركتها وما يتبع ذلك. م ١٣١ ظ

أمّا تسميتها بالثابتة فلأجل حفظها أشكال بعضها مع بعض، وأبعاد بعضها من بعض من قديم الزمان الى هذا الوقت على ما دلّت عليه الأرصاد القديمة والمتوسطة والمحدثة. وكان منْ تقادم عهدُه مثل ارسطاطاليس وغيره كانوا يرون أنّها ثابتة وانّ عدد الأفلاك ثمانية اعلاها فلك الكواكب الثابتة وانّه هو المتحرك الحركة السريعة اليومية فيحرك جميع ما فيه من الافلاك بهذه الحركة. ولذلك كانوا يجعلون زمان السنة الشمسية من مقارنة الشمس كوكباً منها الى

---

٢ ـ ط ل: ظ ل في م.
٣ ـ فلأن: لأنّ في ب و م. هو: سقطت في م.
٤ ـ ومربعه: فمربعه في ى.
٧، ٨ ـ †...†: ى: «فكلي دقائق المكث ودقائق الانجلاء معلومان»:
٩ ـ عملت: علمت في ب و م. فزد: فيزاد في ى. على: سقطت في ب و م. منها: منهما في ى.
١١ ـ †...†: سقطت في ى.
١٢ ـ فصل: الفصل الرابع والستون في ى. وبالبيابانية: وبالبيبانية في ى.
١٣ ـ وحركتها: وحركاتها في ى.
١٥ ـ والمتوسطة: على هامش ى.
١٦ ـ ارسطاطاليس: ارسطوطاليس في ى.

مقارنته ثانياً، أو من بعد خاصّ لها من كوكب ثابت الى مثل ذلك البعد منه.

وأمّا تسميتها بالبيابانية فـانّه مشتقّ من نسبتهـا الى اسم الفلاة. فـانّ الفلاة بـالفارسيـة بيابان. وهذه الكواكب مما يهتدى بهـا في الفلاة، فنسبت اليهـا، فعرفت بـذلك، الى أن بـيّن ابرخس أنّ لهذه الكواكب حركةً بطيئة الى توالي البروج، وقرّر ذلك بطلميـوس ومن بعده من المتأخرين.

وإنّما وقع الخلاف بينهم في مقدار زمان الحركة. ولّما وجدت حافظة لأوضاع بعضها مع بعض ولازمـة لابعادهـا في جهتي الشمال والجنـوب بالنسبـة الى فلك الـبروج، وأنّ حـركتهـا مستوية عند مركزه، عُلم أنّ منطقة هذه الحركة في سطح البروج. فممّا استدل به على صحّـة هذه الأمور أن بطلميوس لّما رصد هـذه الكواكب وعلم مـواضعها في الـطول من البروج وفي العرض أيضاً، وبعدها من المعدّل في الطول في جهتي الشمال والجنوب، وقاس ذلك بما وجده في كتب ابرخس وبما نقله ابرخس عمّن كان قبله، فوجدهـا انما تحفظ من جميـع هذه الأبعـاد البعد عن البروج في جهتي الشمال والجنوب فقط. وأمّا في الطول فوجدها متى اخذت ابعادها من احد النقط الأربع ـ أعني نقطتي الاعتدالين ونقطتي الانقلابين المتوهمة في السـطح الحاوي لكرة الثوابت ـ فانّها تنتقل فتبعد عن هذه النقط نحـو المشرق في كل مـاية سنـة درجة واحـدة على ما وجده بالرصد من مواضعها ⌉ في زمانه، وما وجده قد كتب من الأرصاد من قبله، وانّ م ١٣٢ و هذه الحركة على قطبي البروج للزومها الدوائر الموازية للبروج.

وأمّا لزوم اشكالها وأبعادها بعضهـا من بعض فقد كتب في ذلـك ابرخس لمن بعـده ما يستدل به على ذلك. ولذلك بطلميوس ايضاً لّما امتحن ذلـك وعرف صحّته زاد عليه فكتب في تشكـلاتها أشيـاء اخـر تكـون اصـولاً لمن اراد تصحيـح ذلـك بـالمحنـة. وانّها لبـاقيـة الى زماننا/ هذا على ما قالا فيها. ٢٠٨ و

فمن ذلـك ما كتب ابـرخس امّا في كـواكب السـرطان أنّ الكـوكب الـذي في الـزبـانـا الجنـوبية من السرطـان، والكوكب المضيء الـذي يتقدّم هـذا ويتقدّم راس الحيّـة الشجـاع، وكوكب الشعرى الشامية على الاستقامة بالتقريب. فانّ الأوسط منها يزول عن الخط المستقيم الذي يمرّ بالطرفين نحو الشمال والمشرق اصبعاً واحدة.

---

١ ـ من¹: سقطت في م. كوكب: الكواكب في بر، الكوكب في م.
٢ ـ بالبيابانية: بالبيبانية في ور.
٣ ـ بيابان: بيبان وبيوان في ور. مما يهتدى بها: بها يهتدى في ور. ان: سقطت في م.
٤ ـ من: سقط بعد هذه الكلمة حوالى التسع صفحات في ور، ومن في م.
١٣ ـ اعني: اعني عن في م.
١٥ ـ الأرصاد: ارصاد في بر.

٢٠٨ و

وكتب في كـواكب الأسـد أنَّ الكـوكبـين الشرقيـين من الأربعـة التي في رأس الأسـد، والكوكب الذي في مغرز عنق الشجاع على خط مستقيم.

وكتب في كـواكب العذراء أنَّ فيـها بين رجـل العـذراء الشـمالية ورجـل البقّـار اليمنى كوكبين. الجنوبي منهما كوكب مضيء يشبه رجـل البقار زائـل عن الخط المستقيم الواصـل بين الرجلين، والشمالي منهما فهو على الخط نفسه. وقال انَّ هذا الكوكب على طرف من البيان.

وكتب في كواكب الميزان أنَّ الذي في الشمال على قريب من استقامة الكوكبين المضيئـين اللذين في الكفتين. وقال انَّ هذا الكوكب هو مضيء ثلاثي اي عن جنبيه كوكبان صغيران.

وكتب في كواكب العقرب أنَّ الفقرتين الخامسة والسابعة عـلى استقامـة الكوكب الـذي في وسط المجمرة.

وكتب في كـواكب القوس انَّ الجنـوبي من الكوكبـين اللذين في الاكليل ممّا يلي المشرق والجنوب اللذين يرى البعد بينهما نحو ثلاثة أذرع، وأَضْوَأهُما هو على رجل الرامي عـلى قريب من استقامة الكوكب الوسط من الثلاثة المـوضوعـة في الجانب الشرقي خـاصة من الاكليـل. والكـوكب الثاني من الكـوكبين المضيـئين اللذين ⌐على الـزاويتين المتقـابلتـين من ذي الأربعـة الأضلاع. م ١٣٢ ظ

وكتب في كـواكب الدالي انَّ المنكب المقـدّم من ساكب المـاء وأَضْوَأ الكـوكبـين اللذين في عنق الفـرس العـظمى وسرّة الفـرس، وهـو المشـترك، عـلى خط مستقيم والبعـدين بينهـما متسـاويـان.

وكتب في كواكب الحوت انَّ الكوكب الذي في خطم الحوت الجنوبية والكـوكب المضيء الذي في منكبي الفرس العظمى والكوكب الذي في الصدر منها على قريب من الاستقامة.

وكتب في كواكب الحمل أنَّ المقدم من قاعدة صورة المثلث زائل نحو المشرق عن الخط المستقيم الذي يصل بين كوكب الخطم من الحمل وبـين الكوكب الـذي على الـرجل اليسرى من المرأة المسلسلة.

وكتب في كـواكب الثور أنَّ الكـوكب السادس من طـرف الجلد الذي عـلى يـد الجبـار والكوكبين المشرقين من صورة الدبران على خط مستقيم.

---

٥ ـ نفسـه: نصفـه في م. البيـان: البنـان في بر، وغـير منقـوطـة في م وفي نسخـة اسحـاق ثـابت من المجسطي مب٢ و حيث وردت ايضاً بالشكل المثبت هنا، والمقصود ان هذا الكوكب يكاد يظهر.

١١ ـ يرى: يمرى في بر، وقد صححت على الهامش. اضوأهما: كذا في المجسطي مب ٢ و.

١٢ ـ الوسط: الواسط في م. الشرقي: المشرق في م.

١٦ ـ متساويان: متساويين في بر وم.

١٩ ـ المقدم: المقدمة في بر وم، المتقدم في المجسطي مب ٢ ظ.

١٢ ـ الجلد: المزراق في المجسطي مب ٣ و.

وكتب في كواكب الجوزاء أنّ الكوكب الذي يتخلّف عن الرأس الثاني من رأس التوأمين بثلاثة أضعاف ما بين الرأسين هو على الخط المستقيم الذي يصل بين الرأسين.

فهذا/ وما أشبهه من الأشكال التي تشتمل على ما تقاس به الكواكب في نواحي الكرة. ٢٠٨ ظ
واتّبعه بطلميوس بأن قال: لسنا نجد الى هذه الغاية شيئاً منها تغيّر عمّا وصفه. ولو وقع لادركه الحس في هذه المدة ـ يعني المائتين وخمسة وستين ـ التي بينه وبين ابرخس، اذ كان مما لا يُخفى.

وقال: وكيما نترك لمن بعدنا ما يعتبر به في الزمان الأطول من هذا الزمان مما هو أكثر واغزر مما وصفه ابرخس مما تولينا رصده، وابتدأ بذكر كواكب الحمل. فقال إنّ الكوكبين الشماليين من الثلاثة الكواكب التي في رأس الحمل والكوكب المضيء الذي على الركبة الجنوبية من حامل رأس الغول وكوكب العيوق على خط مستقيم.

وأمّا كواكب الثور فإنّ الخط المستقيم الذي يمرّ بكوكب العيوق وكوكب الدبران يكاد ان ينظم الكوكب الذي في الرجل المقدمة من ممسك الأعنة. والكوكب المشترك لرجل ممسك الأعنة وطرف القرن الشمالي من الثور، والكوكب الذي في المنكب المقدم من الجبار [وكوكب العيوق] هي على خط مستقيم.

وفي كوكب التوأمين أنّ الكوكبين اللذين في رأسي التوأمين، والكوكب الذي في عنق الحيّة الشجاع على خط مستقيم.

كواكب السرطان: انّ الكوكبين اللذين في اليد المقدمة من الدب، والكوكب الذي على طرف الزبانا الشامية من السرطان، والكوكب الشمالي، والكوكب الجنوبي من الحمارين ـ وهما التاليان من الأربعة التي في صورة السرطان ـ على خط مستقيم.

وفي كواكب الأسد أنّ الكوكب المضيء الذي في عنق الأسد، وقلب الأسد، والكوكب المضيء الذي في عنق الشجاع على خط مستقيم بالتقريب لأنّ قلب الأسد يميل نحو المشرق شيئاً يسيراً.

كواكب العذراء: انّ الخط المستقيم الذي يصل بين الكوكب الذي في الفخذ الشمالية من العذراء، والكوكب الثاني من ذنب الشجاع يجوز السماك الأعزل مما يلي المغرب، وبينه وبينه شيء يسير.

---

٥ ـ هذه المدة: هذا المعنى في م.
١٠ ـ من: كذا في المجسطي مب ٣ و، سقطت في بt و م.
١١ ـ كواكب: كوكب في م.
١٣ ـ الجبار: سقط بعد هذه الكلمة حوالى الأربع صفحات في م.
١٣، ١٤ ـ وكوكب العيوق: اضيفت لاستكمال المعنى الوارد في المجسطي مب ٣ ظ.

كـواكب الميزان: انَّ الكـوكبين المضيئـين اللذين في كفتي الميزان، والكـوكب الـذي في طرف ذنب الشجاع على قريب من الاستقامة.

كواكب العقرب: انَّ الكوكب الذي في مشحـذ الساق التـالية من الجـوزاء، والكوكب الذي في الفقرة الخامسة من العقرب، والكوكب المقـدّم من الكوكبين الذي في حمة العقرب على خط مستقيم.

كواكب القوس: إنَّ الكوكب الذي على الكعب المقدّم الجنوبي الذي من الرامي، وهو في القـدر الثاني، والكـوكب الذي في نصـل السهم، والكوكب الـذي في الركبـة الثـالثة من الجوزاء على خط مستقيم.

كواكب الجدي: إنَّ الخط المستقيم الذي يصل بين النسر الواقع وبين الكوكبين اللذين في قرن الجدي يجوز النسر الطائر مما يلي/ المغرب، وبينه وبين النسر شيء يسير. ٢٠٩ و

كـواكب الـدالي: انَّ الخط المستقيم الـذي يصـل بـين الكـوكب الـذي في فم الحـوت الجنوبية الذي من القدر الأول وبين الكوكب الذي في جحفلة الفرس يجوز الكوكب الذي في المنكب التالي من ساكب الماء.

كـواكب الحوت: انَّ الكـوكب الذي في فم الحـوت الجنوبي من الحـوتين، والكـوكبين المقدّمين من الفرغين على خط مستقيم.

فهذا وما اشبهه مما املاه في لزوم أوضاع هذه الكواكب وثبات اشكـالها وابعـاد بعضها من بعض.

فصل: في حركة الكواكب البيابانيّة.

ثم انَّ بطلميوس عاد فنظر في أمر هذه الكواكب من جهة مواضعها التي نقلت اليه من الارصاد القديمة والمحدثة، ومما تولاّه مما قاسه هو بنفسه، كيف حال هذه الكواكب في ابعادها عن فلكي البروج ومعدّل النهار في جهتي الشمال والجنـوب وفي جهتي المشرق والمغرب، فتبـيّن لـه أنَّ الأبعاد المـذكورة ليس منهـا شيء باق عـلى حالـه سوى ابعـادهـا في العـرض عن فلك البروج. وانَّ لها بجملتها حركـة من المغرب الى المشرق عـلى قطبي الـبروج خاصـة فتنتقل في طول البروج على التوالي ولا يتغيّر عرضها عنه. فذكر ارصاداً كان وجدها في كتب ابرخس مما

---

٣ ـ التالية: الثالثة في المجسطي مب ٤ و.

٣، ٨ ـ الجوزاء: حامل الحية في المجسطي مب ٤ و.

٢٢ ـ شيء باق: شيئاً باقياً في بر.

تولّى رصدها ابرخس بنفسه، وممّا نقل اليه عن طيموخارس وارسطليس، واضاف الى ذلك ما وجده هو بنفسه من مواضع هذه الكواكب فقال:

انّ الكواكب التي في النصف من هذه الكرة التي من أول الجدي الى أوّل السرطان يوجد ميلها بالقياس الى المعدّل يكون ابداً الى الشمال.

وأمّا الكواكب التي في النصف الذي من أوّل السرطان الى أوّل الجدي يكون ميلها في الجنوب.

وهذا قول مجمل يحتاج الى تفصيل لأنّ بعض هذه الكواكب التي في النصف الأوّل ـ وهي التي تكون جنوبية عن المعدل ـ بعضها يقرب منه، وبعضها يبعد عنه وهي التي تكون شمالية عن المعدّل. وبالعكس من ذلك يكون الأمر في الكواكب التي في قسمي النصف الآخر من هذه الكرة.

ونحن مثبتون المواضع من هذه الكرة التي تكون الكواكب التي تحاذيها تقرب من المعدّل والمواضع التي تكون بالعكس من ذلك، فنقول:

انّ الحركات السماوية انمّا هي نسب بين سطحي كرتين يتوهم احدهما ساكناً بالنسبة الى الآخر، والآخر متحركاً بالنسبة الى ذلك الساكن. فاذا توهمت الدائرة المارّة بقطبي البروج وقطبي المعدل قاطعة للعالم حدث في السطح الحاوي لكرة الثوابت دائرة تقسم السطح الباطن من كرة معدّل النهار بنصفين احدهما الذي تتوسطه نقطة الاعتدال الربيعي ولنسمّه النصف الشرقيّ والنصف الآخر الغربي ـ وهو الذي تتوسّطه نقطة الاعتدال الخريفي. /واذا ٢٠٩ ظ توهمت دائرة معدّل النهار قاطعة للعالم حدث في السطح الباطن المذكور دائرة مقاطعة للدائرة الأولى على زوايا قائمة لأنّ كل واحدة منهما تمر بقطبي الأخرى، فينقسم كل واحد من النصف الشرقي والنصف الغربي من السطح الحاوي لكرة الثامن بنصفين نصفين. فيسمّى الربع الذي يحوزه النصف من المعدل الذي تتوسطه نقطة الاعتدال الربيعي، والنصف الشمالي من الدائرة المارّة بالاقطاب ـ وهو الذي يكون عليه القطبان الشماليان ـ الربع الشرقي الأوّل. والربع الآخر الشرقي الجنوبي الثاني، ويحوز هذا الربع النصف المذكور من المعدّل والنصف الجنوبيّ ـ وهو الذي عليه القطبان الجنوبيان من الدائرة المارّة بالأقطاب.

وأمّا الربع الغربي الشمالي ـ وهو الثالث ـ فيحوزه النصف الشمالي من الدائرة المارّة بالأقطاب والنصف من المعدل الذي تتوسطه نقطة الاعتدال الخريفي. والربع الآخر الغربي الجنوبي ـ وهو الرابع ـ يحوزه النصف المذكور من المعدّل والنصف الجنوبي من المارّة بالأقطاب.

---

١٩ ـ واحدة: واحد في بر. واحد: واحدة في بر.

ويطابق كل ربع من الأرباع الموصوفة في السطح المحوي ربع من كرة الكواكب الثابتة. فكل كوكب يحاذي الربع الشرقي الأوّل فانّه يبعد عن المعدّل آخذاً نحو الشمال. وكل كوكب يحاذي الربع الشرقي الثاني فانّه يقرب الى المعدّل آخذاً نحو الشمال ايضاً. وأمّا ما يحاذي الربع الثالث الشماليّ الغربيّ فانّ كواكبه تقرب من المعدّل آخذة نحو الجنوب. وأمّا الكواكب التي تحاذي الربع الرابع الغربي الجنوبي فإنّها تبعد عن المعدّله آخذة نحو الجنوب.

وقد ذكر بطلميوس في كل واحد من هذه الأرباع كواكب قد رصدها من تقدمه ورصدها هو أيضاً فبيّن بذلك حركتها، وجهة الحركة وقدرها، وعلى أي الأقطاب تتحرك.

وأنا واضع لك بعض ذلك في هذا الجدول فاجعل في الصف الأوّل الايمن اسماء الكواكب المرصودة، وفي الصف الثاني أسماء الراصدين لها وتواريخ رصدهم، الأقدم فالأقدم، وفي الصف الثالث البروج التي وجدت الكواكب فيها، وفي الصف الرابع مواضعها التي وجدت حالة الرصد فيها من البروج في الطول، وفي الصف الخامس أبعادها عن البروج في العرض، وفي الصف السادس جهتي البعد، وفي الصف السابع أبعادها عن المعدل في العرض، وفي الصف الثامن جهتي البعد، وفي التاسع مقادير اجرامها.

وأمّا هذه الكواكب فلم يذكر عن الأوائل اطوالها وعروضها بالنسبة الى فلك البروج، وأمّا ذكر عنهم ابعادها† من المعدل وجهتي البعد فقط. ولمّا تبيّن انّ ابعاد الكواكب الثابتة وأشكالها بالنسبة الى بعضها من بعض لا تتغيّر اكتفي برصد البعض لأنّ الباقي يجري مجراه.

وقد تبيّن ممّا ذكروه من مواضعها في أوقات ارصادها أنّ حركتها الى توالي البروج، فإنّها متحركة على قطبي البروج، وانّ حركتها بمقتضى الأزمنة التي بين أوقات الرصد في كل ماية سنة شمسية درجة واحدة على رأي بطلميوس وعند المتأخرين في ست وستين سنة درجة، يتلوه الجدول†.

٢١٠ ظ /فهذه الأمور هي التي عرفت منها حركة الكواكب وكيفية الحركة ومقدار زمان الحركة. وقد رصد من جملة هذه الكواكب [١٠٢٢]، وأثبت مواضعها من البروج في الطول وابعادها عن منطقة البروج في جهتي الشمال والجنوب ويسمّى العرض. وأمّا العرض فانّه ثابت ابداً على حاله لانه قد بيّن انّ حركتها على قطبي البروج.

وأمّا الحركة في الطول فاثبت مواضع الكواكب من البروج وعيّن زمان ثبتها ليزاد على

١٥، ٢٠ - †...†: على هامش بر وفي اسفل الصفحة.

١٩ - ست: ستة في ب.

٢٠ - الجدول: لقد سقط هذا الجدول وتركت صفحة ٢١٠ وبيضاء في بر.

٢١ - هي: سقطت في بر.

٢٢ - [١٠٢٢]: سقطت في بر وترك مكانها بياضاً، وقد اعتمدنا هنا الرقم الوارد في آخر الفصل الأول من المقالة الثامنة من المجسطي.

مواضعها في المستأنف من الزمان أو ينقص منها للماضي منه بقدر الحركة التي تصحّ لها، فتعلم مواضعها من البروج في الوقتين المطلوبين.

ولّما كانت هـذه الكواكب كثيرة يعجز العـادُّ انْ يحصيها لكـثرتها وصغـر بعضها اختـار الأقدمون من أنورها هذا العدد المذكور فرصدوا اطوالها وعروضها وأقدارها. ولّما رأوا اقدارها مختلفـة قسموا اقـدار المرصـود منها الى ستـة أقسام. فجعلوا الكـواكب الكبار منهـا في القـدر الأول، والتي دون هذا القدر بيسير في القدر الثاني، وعلى هذا النسق الى القدر السادس.

ولّما رأوا انَّ كل جملة من الجُمل التي جعلوها في قدر من الأقدار لا تكون متساويـة على التحقيق جعلوا لكل قدر من هذه الستة ثلاث مراتب. فالتي تكون اعـظم ما يـوجد فيـه من اكبره، وجعلوا لما هو في العظم الأول من ذلك القدر علامة كـ - يعني كبيـراً - ولما هـو في أصغره علامة ص - يعني صغيراً - وما توسّط مقداره لم تعلّم له علامة زائدة على قدره.

ولّما كانت الاشارة الى تعريف كل واحد منها من غير تسمية عسيرة، وكذلك تسميه كل واحـد واحد منهـا أيضاً، فسمّـوا بعضها بـاسماء تمتـاز بها عن غـيرهـا. ولعسر تسميـة الكـل لكثرتها، وكون الحاجـة داعية الى اثبـات مواضعهـا لأجل الاشـارة الى واحد واحـد منها عـلى حياله من غير اشتباه، مع كونها مشتبهة، فقصدوا ان صوّروا لكل جماعة من هـذه الكواكب خطوطاً تحيط بها فيحصل لجملتها صورة تشبـه شيئاً ممـا عندنـا كصورة انسـان أو دابة أو غـير ذلك. وذكروا مواضع الكواكب من تلك الصورة لتسهيل الاشارة بين المتخاطبين ⌐فيها، سيما م ١٣٣ و
للوضـع في الكتب، فقالـوا الكوكب المسمّى بكـذا والذي عـلى العـين أو الـرأس أو اليـد أو الـرجل مثـلاً من صورة كـذا، فيصير لـذلك مشـاراً اليـه متى علمت تلك الصـورة، فيتميّـز الكوكب المشار اليه عند القارىء أو المخاطب عن غيره. ووضعوا لذلك الكرة ذات الكرسي، وعلموا عليها الكواكب، وخطّوا حولها مثل الصورة المذكورة التي وضعوها.

وقالوا إنَّ واضع هذه الصـور اراطس الحكيم، †وقيل هـو اومرس الشـاعر†. وعـدّتها عنـدهم بالـوضع ثـمان وأربعون/ صـورة تسهيلاً وتقـريباً عـلى الطالب لمعـرفة هـذه الكواكب ٢١١ و
ومواقعها من هذه الصور. فانّه اذا اكثر التفكّر في هـذه الكرة ومـواضع الكـواكب من الصور

---

٨ - ثلاث: ثلاثة في بر.
١٦ - فيها: هنا يستأنف النص الوارد في م والذي كان قد انقطع ص ٢٠٨ ظ.
١٧ - للوضع: الموضع في بر. الكوكب: الكواكب في بر.
١٨ - مشاراً: مشار في بر و م.
٢١ - وقالوا: ويقال في م. †...†: على هامش بر و م.
٢٢ - ثمان واربعون: ثمانية واربعين في بر و م.

٢١١ و

التي فيها، وطابق بها ما بازائها من الصور المتوهّمة في كرة السماء حتى صار له بذلك دربة ومعرفة، حصل له العلم بما يشار اليه منها.

ووجدوا كواكب اخرى من هذه الكواكب قليلة خارجة عن الصور المتوهّمة ونسبوها الى الصورة التي هي حولها. وهذه الصور الثمانية والأربعون التي توهمت محيطة ببعض الكواكب الثابتة منها في جهة الشمال عن فلك البروج احدى وعشرون صورة، وانا ذاكرها على الولاء:

الأولى: الدب الأصغر، وشكله صورة دب مطأطيء رأسه وكواكبه ز ، وخارج الصورة ا . وكواكبه تسمّى بنات نعش الصغرى. والمشهور منها الجدي والفرقدين.

ومنها الصورة الثانية وتسمّى الدب الأكبر. وكواكبه كز ، وخارج الصورة ح . والمشهور منها بنات نعش الكبرى، وهي سبعة: أربعة منها شكل منحرف وثلاثة مصطفّة على ذنب الدب. والذي على طرف الذنب من الثلاثة يسمّى القائد، والأوسط يسمّى العناق ـ ويقرب منه جداً كوكب صغير يعرف بالسهى ـ والثالث منها ـ وهو الذي يلي المنحرف ـ يعرف بالجون، وهو أصغرها. والثلاثة من القدر الثاني.

الثالثة صورة التنّين، وهي صورة حيّة عظيمة ملتفة حول قطب البروج، وكواكبه لا . والمشهور منها الرابع والعشرون والخامس والعشرون يسمّيان بالذئبين من القدر الثالث.

الرابعة قيقاوس، وهي صورة انسان يرقص وعلى رأسه ⌉قلنسوة، وكواكبه يا . م ١٣٣ ظ
والمشهور منها الراعي، وهو على رجله اليمنى، وخارج الصورة.

الخامسة: العوّاء، وكواكبه كب ، منها رمح السماك، وخارج الصورة فيما بين فخذيه السماك الرامح من القدر الأول.

السادسة: الفكّة، صورة دائرة منثلم بعضها. كواكبها ح . المشهور منها أنورها يسمّى نيّر الفكّة من القدر الثاني.

---

٤ ـ والاربعون: والاربعين في بر وم.
٦ ـ الأولى: ا في م وقد صححت على الهامش، سقطت في بر. ز : سقطت في بر.
٧ ـ ا : سقطت في بر.
٨ ـ كز ، ح : سقطت في بر.
١٤ ـ لا : سقطت في بر. والعشرون: والعشرين في بر وم.
١٦ ـ يا : سقطت في بر، ي في م والأصح يا كما في المجسطي.
١٨ ـ كب : سقطت في بر.
٢٠ ـ ح : سقطت في بر.

السابعة: الجاثي على ركبتيه، صورة انسان قد جثى على ركبته اليمنى. كـواكبه كط. والمشهـور من كواكبـه الذي عـلى رأسه آ ويسمّى كلب الـراعي. ومن كواكبـه النسق الشامي ن ١١٧ و والمشترك بين طرف قدمه المنحني عليها وبين عصا العـوّاء وهي العضادات الكـلاب. وخارج صورته آ.

الثامنة: السلحفاة، وتصور بسلحفاة، وبصنج رومي، وتسمّى المغرفة ايضاً، وكواكبها ي. والمشهور منها النسر الواقع من القدر الأوّل.

التاسعة: الدجاجة، وهي صورة أوزّة طويلة العنق ممدودة الجنـاحين. كـواكبها يـز. والمشهـور منها الأربعـة ـ وهي الممتدّة في جنـاحيها /معـاً ـ وتسمّى بالفـوارس وهي من القدر ٢١١ ظ الثالث، والكوكب الـذي على أصـل الذنب، ويعـرف بالـردف من القدر الثـاني، والكوكب الذي على منقارها، ويعرف بمنقار الدجاجة. وخارج الصورة ب.

العاشرة: ذات الكرسي، صورة امرأة جـالسة عـلى كرسيّ، وكـواكبها يـج، والمشهور منها الكفُّ الخضيب وهو الثاني عشر منها. ويقال انّه اذا بلغ دائرة نصف النهار كـان الدعـاء في ذلك الوقت مستجاباً الاّ مِن ظالم. ويقال له سنام الناقة ايضاً.

الحادية عشر: حامل رأس الغول، ويقال له برشـاوش، صورة رجـل طويـل قد قبض بيده رأساً مقطوعاً شبّه برأس غول لكونـه مشوه الخلقـة. كواكبـه كو. والمشهـور منها جنب برشاوش الأيمن ـ وهـو من القدر الثـاني، والنيّر من الأربعـة التي في رأس الغول ـ وهـو الثاني عشر من كـواكبه ـ من القـدر الثاني أيضـاً، وعضد الثـريّا ـ وهـو من القدر الثـالث. وخارج الصورة ج.

الثانية عشر: ممسك العنان، صـورة رجل جـالس، بيده سـوط، وفي الأخرى عنـان. كواكبه يد، والمشهور منها ـ العيوق ـ ⌝من القدر الأول، على منكبه الأيمن، والكوكب الذي م ١٣٤ و

---

١ ـ كط: سقطت في بر وهي كج في المجسطي.

٢ ـ ويسمّى: هنا يستأنف النص في ن الذي كان قد انقطع في ص ٢٠٧ ظ. الشامي: التامي في ن.

٣ ـ عصا: عصى في ن.

٦ ـ ي: سقطت في بر.

٧ ـ يز: سقطت في بر.

١٠ ـ ب: سقطت في بر.

١١ ـ يج: سقطت في بر.

١٢ ـ الكف: كذا في جميع النسخ، وقد ورد كف على هامش م. دائرة: سقطت في ن.

١٥ ـ رأساً مقطوعـاً: رأس مقطوع في ن. غـول: الغول في ن. كو: سقطت في بر. جنب: عـلى هامش ن.

على منكبه الأيسر من القدر الثاني، آ وكواكب العنز والجديين من القدر الرابع. ں ١١٧ ظ

الثالثة عشر: الحوّا، صورة رجل قابض بيده على حيّة طويلة، وقد رفعت رأسها وذنبها حذو منكبيه، وكواكبه كد . والمشهور منها الذي على رأسه - ويسمّى رأس الحوّا - من القدر الثالث. وخارج الصورة ه .

الرابعة عشر: حيّة الحوّا، وهي التي قبضها بيده، وكواكبها يح . والمشهور منها الكوكب التاسع - ويقال له عنق الحيّة - من القدر الثالث.

الخامسة عشر: السهم، على صورة نشّابة، وكواكبه ه . والمشهور منها الذي على النصل - وهو من القدر الرابع. وفي كواكبه التي في المجسطي خطأ.

السادسة عشر: النسر الطائر، وصورته كأسمه. وكواكبه تسعة، والخارج عن الصورة و . والمشهور منها الثالث ويسمّى النسر الطائر، وهو من القدر الثاني.

السابعة عشر: الدلفين، وهو صورة حيوان يجري، يقال انّه يدفع الغرقى الى البر. وكواكبه يے . والمشهور منها الأوّل - ويسمّى ذنب الدلفين - وهو من القدر الثالث، والأربعة التي على صورة المعيّن - وتدعى بالصليب - وكلها من القدر الثالث أيضاً.

الثامنة عشر: قطعة الفرس، وهي أربعة كواكب تعمل على صورة رأس فرس مقطوع من لبّته، وكلّها خفيّة.

التاسعة عشر: الفرس العظمى، وتسمّى ذات الجناح وهي صورة فرس مقطوع من سرّته، وكواكبها كـ . والمشهور منها الأربعة الأولى، وهي من الفرغ المقدم والفرغ المؤخر - وهما من منازل القمر - وكلها من القدر الثاني. ومن كواكبها/ السابع والثامن يدعيان بسَعد ٢١٢ و مطر، والتاسع والعاشر يدعيان بسعد بارع، والحادي عشر والثاني عشر يدعيان بسعد الهمام،

---

٢ - بيده: بيديه في م.
٣ - منكبيه: رأسه في ں. كد : سقطت في بر. ويسمّى: وهو يسمّى في ں.
٤ - ه : سقطت في بر.
٥ - يح : سقطت في بر.
٧ - السهم: بالسهم في ں. ه : سقطت في بر.
٩ - تسعة: سقطت في بر، ط في م.
١٠ - و : سقطت في بر.
١٢ - يے : سقطت في بر، ٢٠ في ں وقد صححت على الهامش.
١٣ - صورة: الصورة في ں.
١٧ - كـ : سقطت في بر.

٢١٢ و

والخامس عشر والسادس عشر بسعد البهام. والكوكب الذي على الجحفلة يسمّى الجحفلة من القدر الثالث. وجميع هذه السعود الأربعة من القدر الثالث والرابع. وجملة السعود عشرة: منها اربعة من منازل القمر، وسيأتي ذكر الستة الباقية. ب ١١٨ و

الصورة العشرون: المرأة المسلسلة، وصورتها صورة امرأة رافعة يديها، قابضة بهما سلسلة على رأي اراطس واضع هذه الصور، وكواكبها كج. والمشهور منها كوكب بطن ⌝الحوت من القدر الثالث، ورجل المسلسلة ويدعى عناق الأرض وهو الخامس عشر من كواكبها. ١٣٤ ظ

الصورة الحادية والعشرون: كواكب المثلث وهي د على صورة مثلث متساوي الساقين. منها ثلاثة على القاعدة وواحد على الزاوية المقابلة للقاعدة يقال له رأس المثلث من القدر الثالث.

وهو آخر الصور الاحدى والعشرين الشمالية. وجملة كواكبها ٣٦٠ كوكباً: منها في القدر الأوّل ج. والمنجمون يسمّونها في الشرف الأول، فيجعلون عظم القدر شرفاً، ومنها في القدر الثاني يح، وفي الثالث فا، وفي الرابع قعز، وفي الخامس نح، وفي السادس يج، †والخفية ط، والسحابية آ †.

صور البروج الاثني عشر

آ - صورة الحمل صورة كبش ذي قرنين قد التفت الى خلفه كأنّه يحكّ ظهره بفمه، وكواكبه يج، وخارج صورته ه. والمشهور من كواكبه الأوّل والثاني اللذان على

---

١ - البهام: الهام في ب.
٤ - الصورة: سقطت في م. العشرون: سقطت في بر.
٥ - كج: سقطت في بر.
٧ - كواكبها: ب تضيف «من هذه الثلثة والعشرين الكوكب الخارج عن هذه».
٨ - الحادية والعشرون: سقطت في بر، كا في ب. كواكب: كوكباً في ب. د: سقطت في بر.
٩ - يقال: ويقال في ب.
١١ - الاحدى: الأحد في جميع النسخ. الشمالية: الجنوبية في ب، الجنوبية الشمالية في بر و م. ٣٦٠: سقطت في بر.
١٢ - ج: سقطت في بر. عظم: اسم في ب. شرفاً: الشرف في ب.
١٣ - يح، فا، قعز: سقطت في بر.
١٣، ١٤ - نح، يج، ط: سقطت في بر.
١٤ - †...†: سقطت في ب. آ: سقطت في بر.
١٦ - آ: سقطت في بر، م تضيف على الهامش «الأولى».
١٧ - يج، ه: سقطت في بر. صورته: الصورة في م.

قرنه، ويسمّيان الشرطين - وهو أوّل منازل القمر بالفرض - وهما من القدر الثالث. ومنها السابع والثامن والثاني عشر، ويقال لهذه الثلثة البطين - وهي المنزلة الثانية - من القدر الرابع والخامس.

ب - الثور، وصورته صورة مقدم ثور مقطوع من سرّته، وقد نكّس رأسه بين يديه، وكواكبه لب. والمشهور منها الثريا - وهو الثالث من منازل القمر - وهي ستة كواكب من القدر الخامس، والدبران - وهو المنزل الرابع - وصورته كالسبعة في آحروف الهند. وكواكبه ى ١١٨ ظ المذكورة خمسة. والكوكب الذي على احد طرفي هذا الحرف يقال له الدبران، وهو من القدر الأوّل، ويسمّى عين الثور، ويقال انّه من القواطع، والباقية من القدر الثالث.

ج - التوأمان، وتسمّى الجوزاء، وهي صورتا صبيين عريانين متسايرين وقد اعتنقا بيديهما فوضع احدهما يده اليمنى على منكب الآخر الأيمن ووضع الثاني يده اليسرى على منكب الأوّل الأيسر، وكواكبهما يح. والمشهور كوكبا الذراع الشامية وهما من القدر الثاني، وهما على رأسي/ التوأمين. ومنها كوكبان من كواكب الهنعة، وهذه أيضاً من منازل ⌐القمر. ٢١٢ ظ - م ١٣٥ و وخارج الصورة ز

د - السرطان، وهي صورة سرطان، وكواكبه ط، وخارج الصورة د. والمشهور من كواكبه الأول والثاني، يقال لهما النثرة - وهي من المنازل - والثالث والرابع يسمّيان بالحمارين من القدر الرابع. ومن الكواكب الخارجة الثاني - وهو من كواكب الطرف.

ه - الأسد، وصورته صورة اسد عظيم الخلقة، وكواكبه كز، والخارج عن الصورة ح. والمشهور من كواكبه الجبهة - من منازل القمر - وهي أربعة كواكب على تعريج: الجنوبي منها من القدر الأوّل، يقال له القلب الملكي، قريب من منطقة البروج جداً. ومنها منكب الأسد من القدر الثاني. والباقيان من القدر الثالث. ومن كواكبه كوكب

---

٤ - ب : سقطت في ب، الثانية في م. وقد: قد في ى.
٥ - لب : سقطت في ب.
٩ - ج : سقطت في ب، الثالثة في م. صورتا: صورتي في ب و م.
١٠ - احدهما: احديهما في م.
١١ - وكواكبهما: وكواكبها في م. يح : سقطت في ب.
١٢ - ومنها: ومنهما في ى.
١٣ - ز : سقطت في ب و م.
١٤ - د : سقطت في ب، الرابعة في م. ط ، د : سقطت في ب.
١٥ - يقال: ويقال في ى. يسميان: ويسميان في ى.
١٧ - ه : سقطت في ب، الخامسة في م. وصورته: وهي في ى.
١٧، ١٨ - كز، ح : سقطت في ب.
١٩ - الجنوبي: والجنوبي في ى. قريب: وهو قريب في ى.

من الطرف على لحيه الأسفل. ومن كواكبه الزبرة وهي من القدر الثاني والثالث ـ وهما من المنازل أيضاً. ومن كواكبه الكوكب الذي على طرف ذنبه من القدر الأول ـ يقال له الصَّرفة ـ من المنازل أيضاً.

آ٦ ـ العذراء، وتسمّى السنبلة، وهي صورة امرأة طويلة جداً ذات جناحين مسبلين مع جنبيها، كواكبها كو وخارج الصورة و . والمشهور من كواكبها العوّا ـ وهي خمسة كواكب: منها الكوكب الذي على المنكب الأيسر، عرضه ح ے شمال من القدر الثالث ـ وكذا الكوكبان اللذان يتلوانه ـ والكواكب التي في الجناح الأيمن من الثالث والرابع. ومن كواكبها السماك الأعزل ـ من المنازل أيضاً ـ وهو من القدر الأول، عرضه جنوب درجتان، وهو على يد السنبلة اليسرى. ومن كواكبها منزل الغفر ـ وهي كواكب على ذيل العذراء وقدميها ـ من القدر الرابع. ويقال انّه منزل خيّر يُعدّ عن شرّين. ں ١١٩ و

٧ ـ الميزان، وصورته صورة الميزان، وكواكبه ح وخارج الصورة ط . والمشهور من كواكبه الزبانان من منازل القمر، وهما من القدر الثاني في وسطي كفتي الميزان. والثاني من كواكبه والسادس والثامن يقال لها الاكليل ـ من المنازل أيضاً.

٨ ـ العقرب، وصورته صورة عقرب، وكواكبها كا ، وخارج الصورة ج .
⌐والمشهور من كواكبها جبهة العقرب ـ ثلاثة كواكب من القدر الثالث آخذة من الشمال الى الجنوب على غير استقامة† تسمّى جبهة العقرب†. ومنها قلب العقرب، وهو من القدر الثاني، ويقال انّه قاطع ـ وهو من المنازل أيضاً. والكوكبان اللذان على طرف ذنب العقرب ـ ويقال لها الشولة ـ من المنازل أيضاً. م ١٣٥ ظ

٩ ـ القوس، وهي صورة حيوان مركب من دابّة ذات أربع قوائم نشأ من مبدأ

---

١ ـ لحيه: نحيه في ں، الحيّه في بر.
٤ ـ ٦ : سقطت في بر، السادسة في م.
٥ ـ جنبيها: جنبها في ں. كو، و : سقطت في بر. العوّا: ں تضيف «من المنازل».
٦ ـ الثالث: الأول في ں.
١٠ ـ عن: سقطت في ں.
١١ ـ ٧ : سقطت في بر، السابعة في م. ح ، ط : سقطت في بر.
١٢ ـ الزبانان: الزبانا في بر و م. والثاني: والثامن في ں و بر.
١٣ ـ والثامن: ں تضيف «الخارجة عنه». أيضاً: على هامش م.
١٤ ـ ٨ : سقطت في بر، الثامنة في م. كا ، ج : سقطت في بر.
١٦ ـ †...†: سقطت في ں.
١٨ ـ لها: له في ں.
١٩ ـ ٩ : سقطت في بر، التاسعة في م. وهي: وهو في ں. نشأ: وقد نشأ في ں.

عنقها جسد انسان من حقويه الى رأسه. وفي يده قوس آوسهم قد أغرق في النزع، وكواكبه ب ١١٩ ظ
لا . /والمشهور منها النعام الواردة والصادرة، وهي ثمانية من القدر الثالث والرابع - وهي ٢١٣ و
من المنازل ايضاً. والكوكب الذي على عرقوب الدابّة من القدر الثاني يسمّى عرقوب الرامي، والذي على الركبة اليسرى من هذه الرجل من القدر الثاني أيضاً.

١٠ - الجدي، صورة مركّبة، مقدمّة صورة مقدم عنز ذي قرنين طويلين ويدين، ومؤخره ذنب سمكة ملتف، وكواكبه كح . والمشهور من كواكبه سعد الذابح - † وهما كوكبان على قرنه المؤخرة - من منازل القمر†. والكوكب الرابع والعشرون منه ويعرف بذنب الجدي من القدر الثالث. †وهذا الكوكب مع الكوكب الثالث والعشرين يقال لهما سعد ناشرة†.

١١ - الدالي، وهو ساكب الماء، وصورته صورة انسان بيده جرّة وقد سكب منها ماءً وجرى الى تحت رجليه ثم الى فم الحوت، وكواكبه مع التي في الماء المسكوب مب ، وخارج الصورة ج . والمشهور من كواكبه الثاني والثالث، ويقال لهما سعد الملك، والرابع والخامس - †وهما من منازل القمر - ويقال لهما سعد السعود†، والسادس والسابع، ويقال لهما سعد بلع - وهما من منازل القمر - والتاسع والعاشر والحادي عشر والثاني عشر والثالث عشر - من المنازل أيضاً - ويقال لهذه الأربعة سعد الأخبية، وكلها من القدر الثالث. والكوكب الثاني والأربعون منها من القدر الأول، ويقال له الضفدع، وهو فم الحوت الجنوبي.

١٢ - الحوت، ⌝وصورته صورة حوتين قد وصل بين ذنبيهما كواكب على تعريج م ١٣٦ و
تسمّى خيط الكتّان، وكواكبها مع التي في الخيط لد ، وخارج الصورة د

---

١ - عنقها: عنها في بر. قد: وقد في ب.
٢ - لا : سقطت في بر.
٥ - ١٠ : سقطت في بر، العاشرة في م. عنز: غير في بر.
٦ - كح : سقطت في بر.
٦، ٧ - †...†: ب: «من منازل القمر وهو كوكبان».
٨، ٩ - †...†: سقطت في ب.
٨ - والعشرين: والعشرون في م.
١٠ - ١١ : سقطت في بر، الحادية عشر في م. وصورته: وهو في ب.
١١، ١٢ - مب ، ج : سقطت في بر.
١٣ - †...† - ب: «يقال لهما سعد السعود من منازل القمر». ويقال': يقال في ب.
١٤ - وهما: سقطت في ب.
١٦ - والأربعون: والأربعين في بر و م.
١٧ - ١٢ : سقطت في بر، الثانية عشر في م. وصورته: وهو في ب.
١٨ - لد : سقطت في بر. د : سقطت في بر.

فجميع ما في هذه الصور وما حولها من الخارجة عنها ممّا رصد طوله وعرضه ٣٤٦ ، من ذلك في القدر الأول ٥ ، وفي القدر الثاني ٩ ، وفي الثالث ٦٤ ، وفي الرابع ١٣٣ ، وفي الخامس ١٠٥ ، وفي السادس ٢٧ ، ومن السحابية ٣ ، والصغيرة خارجة عن العدد.

وأمّا الصور الجنوبية فأوّلها صورة قيطس، وهو حيوان بحري، وكواكبه كب . المشهور منها الثاني - من القدر الثالث - ويعرف بالكفّ الجذماء؛ وهذه الكف والكف الخضيب التي تقدم ذكرها منسوبة الى الثريّا؛ وأربعة كواكب - تبتدىء من الثاني عشر - تعرف بالنعام؛ والكوكبان اللذان على شعبتي ذنبه - ويسمّى الذي على الشعبة الجنوبية منها بالضفدع الثاني - وكلاهما من القدر الثالث.

الصورة الثانية: الجبّار، ويسمّى بالجوزاء، وكواكبه لح . والمشهور من كواكبه الذي على منكبه الأيمن، ويقال له اليد اليمنى من الجبّار، ويسمّى المنكب - وهو من القدر الأول؛ والذي على المنكب الأيسر - وهو من القدر الثاني - ويسمّى الناجد؛ والثلاثة المصطفّة - وتكاد أن تكون / على خط مستقيم، ويبعد كل واحد من الطرفين من الوسط سواء - وتسمّى منطقة ٢١٣ ظ الجبّار، والعوامّ يدعونها الميزان، والثلاثة من القدر الثاني؛ والكوكب النيّر الذي في القدم اليسرى - وهو المشترك له وللنهر - من القدر الأول، ويسمّى رجل الجبّار؛ ومنها تسعة كواكب في الجلد الذي يشبه الكم، ويسمّى التاج والذوائب؛ ومنها ثلاثة كواكب على وجهه متقاربة شبيهة بنقط الثاء نجعلها كوكباً واحداً، وهي من منازل القمر.

الصورة الثالثة: النهر، وهو صورة نهر ذي عطفات وتعاريج تبتدىء من رجل الجبّار اليسرى فتمرّ بكواكب مشتركة تقدم ذكرها في صورة قيطس، وكواكبه لد . والمشهور منها الكوكب الذي ينتهي عنده آخر هذا النهر - من القدر الأول - ويسمّى آخر النهر، وهو تحت يدي قيطس.

---

١ - في: سقطت في م. ٣٤٦ : سقطت في بر، ٣٤٧ في ور.

٢ - ٥ : سقطت في بر، القدر[٢]: سقطت في ور. ٩ ، ٦٤ ، ١٣٣ : سقطت في بر.

٣ - ١٠٥ ، ٢٧ ، ٣ : سقطت في بر. والصغيرة: والضفيرة في ور، وبعدها ينقطع النص في ور فجأة ويكون الساقط منه حوالي الأربع صفحات من الآخر.

٥ - صورة: سقطت في م. وهو: وهو صورة في م. كب سقطت في بر.

١٠ - لح : سقطت في بر.

١٧ - واحداً: واحد في م.

١٩ - لد : سقطت في بر.

⌝الصورة الرابعة: الأرنب، وهي صورة ارنب، وكواكبها يب . والمشهور منها السابع م ١٣٦ ظ والثامن - من القدر الثالث - وهما من الأربعة المسمّاة بكرسي الجبّار.

الصورة الخامسة: الكلب الأكبر، وكواكبه يح وخارج الصورة ے ، وهي صورة كلب قد ماسّ بظهره السفينة. والمشهور من كواكبه الكوكب الذي في فمه، ويقال له الشعرى العبور - من القدر الأول - من أعظمه؛ وعلى مؤخره أربعة كواكب يقال لها العذارى؛ والكواكب الخارجة عن صورته يقال لها القرود.

الصورة السادسة: الكلب الأصغر، فيه كوكبان فقط وهما الذراع اليماني، أحدهما الشعرى الشامية - من القدر الأول.

الصورة السابعة: السفينة، وهي صورة سفينة ذات صاري ومجدافين، كواكبها مه . والمشهور منها السابع عشر، ويعرف بالذي على الفرش - من القدر الثاني؛ والكوكب الذي تحت الفرش من القدر الثاني أيضاً؛ والكوكب الذي تحت المجداف - من الثاني أيضاً؛ والكوكبان اللذان على طرف أحد المجدافين - من القدر الثالث؛ وأنور الكوكبين اللذين على طرف المجداف الآخر، ويقال له سهيل.

الصورة الثامنة: الشجاع، وصورته صورة حيّة طويلة ذات عطفات، وجهها مشبّه بوجه الفرس، وعلى ظهرها غراب وقدح، وكواكبه كه ، وخارج الصورة ب . والمشهور من كواكبه الفرد، ويسمّى عنق الحيّة، وهو الثاني عشر - من القدر الثاني؛ والسادس عشر والثلاثة بَعدَه تعرف بالشراسيف.

الصورة التاسعة: الكأس، وهي صورة قدح وقد غرق كعبه في بدن الشجاع لاشتراكهما في كوكب، وكواكبه ز . يقال للستة منها المعلف.

الصورة العاشرة: الغراب، وصورته كاسمه، وهو واقف على ظهر الحيّة الشجاع وقد اخذ بمنقاره كوكباً من كواكب/ الشجاع يسمّى منقار الغراب، وهو مشترك بين صورته وصورة ٢١٤ و الشجاع - من القدر الثالث، وكواكبه ز . ومنها كوكب مشترك ⌝بين الشجاع ورجل م ١٣٧ و الغراب.

---

١ - يب : سقطت في بر.
٣ - يح ، ے : سقطت في بر.
٤ - له: لها في بر.
١٠ - الفرش: الفرس في بر.
١٢ - اللذان: سقطت في م.
١٥ - كه ، ب : سقطت في بر.
١٩، ٢٢ - ز : سقطت في بر.

٢١٤ و

الصورة الحادية عشر: قنطورس، وهي صورة مركّبة من دابّة ذات قوائم اربعة وحينئذٍ كشكل فرس الى اصل العنق وقد نشأ منه صورة اعالي انسان من حقويه، وهو ماسك باحدى يديه رجلي سَبُع يسمّى سبع قنطورس، وقد مسك بالأخرى قضيباً من كرم عليه ورق، وكواكبه لز . والمشهور منها الكوكب الذي على طرف يد الدابّة المقدمة، ويسمّى رجل قنطورس - من القدر الأول؛ والكوكب الذي على ركبة اليد الثالثة - من القدر الثاني - وهذان الكوكبان يقال لهما حضار والوزن والمحلفين والمحنثين لانهما يجريان على دائرة قريبة من الدائرة التي يدور عليها سهيل فيراهما من لا خبرة له فيقول طلع سهيل ويقال له لم يطلع فيحلف ويحنث. وخارج الصورة كوكب واحد. ومن كواكبه ثلاثة على شكل مثلث متساوي الأضلاع - من القدر الثاني - على الرجلين.

الصورة الثانية عشر: كوكب السبع المعروف بسبع قنطورس، كواكبه يط وتعرف بالشماريخ.

الصورة الثالثة عشر: المجمرة، صورة مجمرة ذات لهب، وكواكبها ز

الصورة الرابعة عشر: الاكليل، صورة صنوبرة ويعرف بالاكليل الجنوبي فيما بين يدي دابّة صورة الرامي، وقد تقدم وصفه، وكواكبه يج .

الصورة الخامسة عشر: الحوت الجنوبي، وكواكبه يا . وقد وقع في ترتيب اسماء كواكب هذه الحوت في كتاب المجسطي اختلاف. والمشهور من كواكبها الذي على الفم - من القدر الأول - وقد تقدم ذكره مع كواكب الدلو، وخارج الصورة و . وهي آخر الصور الثمانية والأربعين التي رصدت كواكبها.

فأمّا جملة كواكب الصور الجنوبية فهي ٣١٦ منها في القدر الأول ز وفي الثاني يح ، وفي الثالث سج، وفي الرابع قسد، وفي الخامس ند ،وفي السادس ط ، وسحابيّ

١ - قنطورس: قيطورس في بر غير منقوطة في م.
٤ - لز : سقطت في بر.
١٠ - يط : سقطت في بر.
١٢ - ز : سقطت في بر.
١٣ - بين: فوق السطر في م.
١٤ - يج : سقطت في بر.
١٥ - الصورة: على هامش م. يا : سقطت في بر.
١٧ - و : سقطت في بر.
١٩ - ٣١٦ ، ز : سقطت في بر.
٢٠ - يح ، سج، قسد ند ، ط : سقطت في بر.

واحد. وجميع الكواكب المرصودة مواضعها في الطول والعرض مما دوّن في كتاب المجسطي ١٣٧٠ ظ
١٠٢٢ كوكباً منها في القدر الأول ١٥†: †من ذلك† في الصور الشمالية ج وهي السماك الرامح والعيوق والنسر الواقع؛ ومنها في صور البروج ه وهي الدبران وقلب الأسد والصرفة والسماك الأعزل وفم الحوت† الجنوبي، وهو آخر الماء المنسكب من يد الدالي؛ ومنها في الصور† الجنوبية ز ، فمنها في صورة الجوزاء - ويسمّى الجبّار - اثنان ويسمّيان† يد
الجوزاء† اليمنى ورجلها اليسرى - وهو المشترك بين/ هذه† الرجل وصورة† النهر - ومنها ٢١٤ ظ
الكوكب الذي في آخر النهر ويسمّى بالظليم، ومنها الشعرى العبور - وهي فم كلب السفينة وهو الكلب الأكبر - وهي أعظم الكواكب كلها واليها تنسب احكام السنة التمّوزية، ومنها الشعرى الغميصاء - وتسمّى بالشعرى الشامية - وهي احدى كوكبي الكلب الأصغر على صدره، ومنها كوكب سهيل على مجداف السفينة، ومنها رجل قنطورس اليمنى. فهذه أسماء الكواكب الخمسة عشر التي في القدر الأول.

وأمّا الكواكب الباقية فانّ اكثرها لم يوضع لها اسماً فلا نطيل القول بذكرها. والله اعلم بحقائقها والحمد لله رب العالمين والصلوة على سيد الأنبياء محمد واله اجمعين.

†وقع الفراغ عن تنميقه للعبد الفقير المذنب المحتاج الى رحمة ربّه الغفور الحسين بن ابراهيم بن الحسين ابي الفتح الحافظ. تجاوز الله عن عظيم جرمه وحرم عن النار بحيف حرمه يوم الأحد وقت الظهر الثامن عشر من شهر ربيع الآخر سنة احدى وسبعين وستمائة هجرية نبوية†.

---

٢ - ١٠٢٢ : سقطت في بر. ١٥ : سقطت في بر. †...†: غير مقروءة في م. ج : سقطت في بر.

٣ - ه : سقطت في بر.

٤، ٥، ٦ - †...†: غير مقروءة في م.

٧ - النهر: النهار في م.

٩ - كوكبي - كوكبين في بر.

١٤، ١٧ - †...† م: «فرغ من تعليقه الفقير الى الله تعالى والغني به محمد بن مؤيد العرضي العامري حامداً الله على نعمه ومصلياً على أصفيائه (م اصفائه) محمد وآله في ثاني عشر شوال من سنة ستة وتسعين وستمائة ببلدة همدان المحروسة. الله الموفق للصواب واليه المرجع والمآب».

المُلحقات

ملحق رقم (١)

وأما عندنا نحن فانّ الزاوية المحدودة انّما هي زاوية ا د ب ومبلغها قح نو . فاذا ں ٢٣ ظ اخرجنا خط بد ، واخرجنا عليه عمود هـ ل من نقطة ه يكون المثلث معلوم الزوايا انّما هو مثلث د ل ه . ومن اجله يصير مثلث ل ه ب معلوماً وزاوية د ب ه مشتركة بين هذا المثلث وبين مثلث د ب ن . لكن الخارج من مقدارها بالنسبة اليهما لا يكون شيئاً واحداً، لأنّا اذا فرضنا مقدار زاوية د هـ ب قح نو وخرج لنا مقدار زاوية د ب ن بحسب هذا الفرض يا نط عند المركز (كذا)، ثم فرضنا زاوية ا د ب قح نو كان المقدار الذي تخرج به زاوية د ب ن اعظم مما خرجت (النص: خرج) به أولاً، لأنّ زاوية ا د ب الخارجة عن مثلث د ه ب اعظم من زاوية د ه ب . ولنبيّن ذلك على أصولنا آ نحن وكم القوس التي ں ٢٤ و بين حضيض التدوير ومركز القمر والقوس التي فيما بين ذروتي فلك التدوير في هذا الموضع. ولما كان بعد القمر من الذروة الوسطى (النص: الوسطا) ـ اعني نقطة ح حالة الرصد قفه ل وحركته في أعلى التدوير الى خلاف توالي (النص: التوالي) البروج تكون حركته في هذا المثال من نقطة ح الى ن ثم الى كـ . لكن قوس حكـ ، قفه وقوس حكط ، قصا نط . يكون القمر من أجل قطعه من التدوير قفه ل فيما بين نقطتي كـ و ط فهو متخلف عن خط هـ ب ز . فموضعه الحقي ناقص عن موضعه الوسط. فتعديله يجب أن ينقص من وسطه. وكذلك نجده في مثال بطلميوس على نقطة م فيما بين نقطتي ط كـ . وبعده من الحضيض الوسط في مثالنا خمسة أجزاء ونصف جزء، ومن الحضيض

١٢٨ ظ

١ الحقّي ستة اجزاء و كط دقيقة، وعند بطلميوس ستة أجزاء واحد وعشرون (النص: وعشرين) دقيقة. فتعديله عندنا مثل تعديله عند بطلميوس اذ كان بعده من الحضيض المرئي مثل بعده عنده بالتقريب.

١٣٨ ظ

ملحق رقم (٢)

الفصل الثلاثون: في أنَّ كرة الشمس اعظم من كرة الأرض مع الماء اذ هما بمنزلة كرة واحدة.

فنقول ان كرة الأرض اصغر من كرة الشمس لأنَّها لو لم تكن كذلك لكانت امّا مساوية لها أو اعظم ان امكن ذلك. ولو كانت مساوية لها لكان ظل الأرض اسطوانيَّ الشكل وكان القمر سينكسف كلما قابل الشمس ويمكث منكسفاً، †وذلك لأنَّه ليس له نور من ذاته على ما تقدم بيانه†، ولأنَّ قطر الشمس ـ اعني قطر الظل ـ يوتر من فلك القمر في أبعد أبعاد القمر قوساً مقدارها ط ن جزءاً بالتقريب، على ما قد تبيَّن من ابعادهما؛ وذلك ان مقدار بعد الشمس يمكن معرفته خلواً على حاله، ولا يتعرض فيه الى القمر ولا غيره. وقد تبيَّن ان بعد الشمس من مركز العالم ثماني عشرة [ق: ثمانية عشر] مرة ونصف وثلث بالتقريب مثل أبعد ابعاد القمر. فالخطان المستقيمان المتوازيان المخرجان من طرفي قطر الشمس ينحاز فيما بينهما من فلك القمر الأجزاء المذكورة. واذا اضيف اليها نصف قطر القمر وهو ه يز ل [والمقصود هو ح يز ل فكتب الصفر بشكل الخمسة] واخذ نصف المجموع كان ذلك خمسة أجزاء وثلاث دقائق ونصفا وربعا [ى: ونصف وربع] وهو اكثر من غاية عرض القمر بالتقريب. فيكون كسوفه في كل شهر بالضرورة والوجود بخلافه. ولا يمكن أن يستدل على ذلك بأن† يقال لو كان الظل اسطوانياً لكان† القمر متى انكسف كسوفين وكان عرضه فيهما متساوياً وكان في اعالي فلك تدويره مرة وفي أسافله أخرى، فإنَّه يكون مكثه وهو في أعالي التدوير أ اعظم مما يكون فيها دون ذلك، لأنَّ سيره في اعالي التدوير ابطأ [ى: ابطاء] وجرمه اصغر، وفي اسافله بالعكس؛ والوجود بخلافه لانا نقول الوجود ليس (كذا) بخلافه لأنَّا سنبيِّن في فصل كسوف القمر انَّ الكسوفين المتشابهين احدهما في اعالي التدوير والآخر في أسافله يكون مكث الذي في أعالي التدوير اكثر من الذي في اسافله. ولا ينبغي أن يتوهم متوهم أن ذلك يوجب عدم انخراط الظل انخراطاً مستدقاً ممّا يلي الأرض، لأنَّ السبب في ذلك هو أن بطء القمر مع صغر دائرة الظل في اعالي التدوير يستتبع زماناً اكثر مما يوجبه سعة دائرة الظل في أسافل التدوير مع سرعة القمر. †وأمّا لو كانت الأرض اكبر لكانت الاستحالة اكثر، فالشمس اعظم من الأرض†.

٣، ٤ ـ †...† على هامش ى.

٤ ـ ابعد: على هامش ى.

٩ ـ ه : الصفر في هذا المخطوط يكتب بشكل الخمسة. قابل هامش ى ٤٠ و

١٣ ـ †...† على هامش ى و «القمر» مكررة.

٢١، ٢٢ ـ †...† على هامش ى.

١ فلذلك كان ظل الأرض منخرطاً ورأس هذا المخروط على مقابلة الشمس، ولذلك يستدق مما يلي طرفه كلما بعد عن جرم الأرض. واذا كان القمر في بعد اكثر لقي من هذا المخروط دائرة اصغر من التي يلقى اذا كان قريباً منها.

ملحق رقم (٣)

السطر الثاني:

ق ٤٢ و

«وذلك اذا كان في اعالي التدوير، وذلك أنَّ خسوفه اذا كان حال توسطه لا ميل له عن البروج تكون القوس التي يقطعها القمر بسبقه مساوية لمجموع قطري القمر والظل. واذا كان في اعالي التدوير يبلغ ما ذكرنا. وان كان في أسافله تبلغ غايته ٣ ساعات و ٤٤ دقيقة من ساعة لأنَّ مجموع القطرين والقمر في الذروة انب مح وفي الحضيض ب ز يب وتجعل حركة الشمس أسرع ما يكون في الوضعين ليبقى سبق القمر قليلاً فيبطىء خروجه. وحركة القمر الوسطى لليوم بليلته اذا كانت في الذروة اذا نقص منه تعديلها وهو ايب مع غاية سير الشمس في اليوم، وهو ا ا ل ، يبقى سبق القمر ياز وذلك ابطأ [ں: ابطاء] ما يكون.

وفي الحضيض اذا زيد التعديل ليوم، وهو ا كـ ونقص السير الأعظم للشمس يبقى ابطأ [ں: ابطاء] سبقه فيه يج لد ، وذلك عند الاتصالات.

فاذا كان يقطع في الذروة في كد ساعة مستوية ياز فيقطع انب مح - أي نصف القطرين في أربع ساعات و ٣ دقائق و ٣٢ ثانية من ساعة. واذا كان يقطع في ٢٤ ساعة في الحضيض يج لد فيقطع ب ز يب أي نصف القطرين فيه في ٣ ساعات و ٤٤ دقيقة من ساعة.

فظهر فساد اعتقاد من اعتقد أن أعظم ما يكون زمان الكسوف في أسافل التدوير.

وذلك...»

ملحق رقم (٤)

ولما تبين في فصل اصلاح هيئة القمر انّ الخط الواصل بين مركزي الحامل والتدوير يمرّ بنقطة المحاذاة، وهي النقطة التي بعدها عن مركز العالم ـ اعني مركز دائرة القمر المائلة ـ كبعد مركز الحامل من مركز المائل. فلنجعل هنا دائرة ا ب الدائرة المديرة لمركز الحامل على مركز ه ، وهي قائمة مقام الدائرة المائلة للقمر هناك. ولنجعل ايضاً دائرة ج د الدائرة الحاملة لمركز التدوير، ولتكن على مركز ح ، وهي قائمة مقام دائرة الحامل في القمر بعينه. ولتكن نقطة كـ بُعدها عن مركز المدير ـ أعني نقطة ه ـ كبعد مركز الحامل منه، ولتكن في جهة الحضيض من الحامل، ولتكن مركز معدّل المسير، وهي كنقطة المحاذاة في فصل القمر. فبمثل ما تبينّ هناك يتبينّ هنا انّ قطر التدوير يحاذي بالتقريب نقطة كـ في جميع مسير مركز التدوير.

فاذا فُرض اجتماع مركز التدوير واوج الحامل في نقطة ما من البروج بحيث يكون الخط المارُّ بمركز المدير ومعدّل المسير آ ينظم مركزي الحامل والتدوير ويحرك المدير ونقل الأوج من نقطة آ الى نقطة ب وقطع زاوية ا هـ ب فلا شك أنّه يحرك معه مركز التدوير ومركز الحامل، فيرسم مركز الحامل قوس ح ع من الدائرة الحاملة لمركز الحامل، وهي دائرة ح ع ك . ويتحرك مركز التدوير حول مركز الحامل وهي نقطة ع في هذا الوضع ثلثي (؟) زاوية ا هـ ب ، وهي زاوية ب ع د . فلا شك أنّ نقطة د ـ أعني مركز التدوير ـ قطع

بالنسبة الى مركز المعدل المسير ـ اعني نقطة كـ ـ زاوية ط كـ ر . فأقول ان هذه الزاوية مساوية لزاوية دعب ، لأن زاوية كـ مثل زاوية هـ ع ك لتساوي ضلعي عـه هك ، وزاوية ه ع ك كزاوية دعب . فزاوية كـ كزاوية دعب .

واذا ثبت هذا تحقّق ان مركز التدوير يقطع بالحركة المركبة من الحركتين المتضادتين ـ اعني حركتي المدير والحامل ـ بالنسبة الى نقطة كـ في ازمان متساوية زوايا متساوية (كذا) للزوايا التي يقطعها مركز التدوير بحركته البسيطة حول مركز حامله ـ أعني نقطة ع في الوضع الثاني.

لكن مركز التدوير يقطع في الأزمان المتساوية قسيًّا متساوية بحركته البسيطة بالنسبة الى نقطة ع . فاذن مركز التدوير يقطع بالحركة المركبة مما ذكرنا زوايا متساوية في أزمان متساوية بالنسبة الى مركز معدل المسير، وقد قطع هنا زاوية كـ وقوس ط ر من معدل المسير وهو المراد.

١٧٠ و

ملحق رقم (٥)

. . . وقد عاد الى وضعه الأول. فيكون بُعد مركز التدوير من مركز العالم معلوماً؛ لأنّا نضع دائرة البروج دائرة ا على مركز ط ، ودائرة المدير دائرة ن على مركز ح ، ودائـرة الحامل دائرة ج على مركز ه . ومـركز التـدوير نقـطة كـ قد بَعُـدت عن نقطة م التي هي حضيض المدير سُدس دائرة، وهي الموترة لـزاوية م ط كـ . فـأقول: انَّ ط كـ معلوم بما به هك ـ أعني نصف قطر الحـامل ـ س جـزءاً. لأنّ زاوية لـطه ثلثا قـائمة (كـذا)، وزاوية ل قائمة، تبقى زاوية لهب ثلث قائمة. فخط لط نصف هط ، لأنّا اذا اخرجنـا كـ ل وفصلنا من جانب ل مثل لط ووصلنا بينه وبين ه تبينّ ان ذلك المثلث متساوي الزوايا، فيحصل الغرض. لكن هط تسعة أجزاء فلط اربعة أجزاء ونصف. نسقط مربع لط من مربع ه ط يبقى مربع هـ ل ستّين جزءاً ونصفاً (ق: ونصف) وربع جـزء بما به نصف قطر الحامل س . نسقط مربّعه من مربع ه كـ ـ أعني نصف قـطر الحامـل يبقى مربع لك معلوماً. فجذره معلوم. نسقط منه لط اربعة ونصف يبقى طك وهو بعد مـركز التـدوير الأقـرب من مركـز العالم خمسـة وخمسين جـزءاً بالتقـريب. وكذلـك يكون في الثلث الثاني. وعند بطلميوس ٥٥ جزءاً و ٣٤ دقيقة، فهو قريب مما عندنا.

١٧٥ و

ملحق رقم (٦)

الفصل الثاني والخمسون: اذا اردت معرفة ابعد البعد وأقرب القرب والبعد المتوسط ق ٨٥ و لمركز كوكب من الكواكب المتحيّرة خلا عطارد بما به قطر الحامل ستون فخذ أبعد بعد مركز حامله من مركز العالم وزد على ذلك نصف قطر تدويره، فما بلغ احفظه ثم زده على ستين ـ وهي مقدار نصف قطر حامله ـ فما كان فهو أبعد البعد لمركز الكوكب. وان نقص المحفوظ ـ اعني ما بين المركزين ونصف قطر التدوير ـ من ستين حصل أقرب قرب الكوكب من مركز العالم. واذا جمعت هذين البعدين المختلفين ـ اعني اعظم البعد وأقرب القرب ـ احدهما الى الآخر ونصفت المجتمع حصل لك البعد المتوسط للكوكب.

فأمّا عطارد فيحصل بهذا العمل ابعد بعد مركز جرمه واقرب قرب مقعّر فلكه الكلي من مركز العالم. فأمّا اقرب قرب مركز جرمه فلا يخرج بهذا العمل.

واذا اردت ان تعرف ابعد البعد لكوكب قد علم اقرب قربه بما به نصف قطر الأرض واحد فاضرب العدد الذي علم به اقرب قربه بما به نصف قطر الأرض واحد في عدد الأجزاء الذي علم به ابعد بعده بما به نصف قطر الحامل ستون جزءاً، واقسم الخارج بالضرب على العدد الذي علم به أقرب القرب بما به نصف قطر الحامل ستون جزءاً، فما خرج فهو أبعد البعد للكوكب بما به نصف قطر الأرض واحد.

فأمّا معرفة أبعاد المراكز وانصاف اقطار التداوير فإنها مأخوذة من كتاب المجسطي على ما حصلت فيه بالبرهان. وأقرب القرب لمركز جرم كل كوكب هو أبعد البعد لمركز جرم الكوكب الذي يليه اذا نقصت منه نصفي قطري جرمي الكوكبين الاّ عطارد.

المَـــراجِـــع

١ ـ المراجع العربية والفارسيّة
المذكورة في المقدمة والهوامش

ابن أبي أصيبعة، موفق الدين أبو العباس. **عيون الأنباء في طبقات الأطبّاء**. تحقيق أوغست مولر. كونغبرغ: نشر المحقق، ١٨٨٤.

ابن سينا، أبو علي. كتاب الشفاء، الرياضيات ـ ٤ ـ **علم الهيئة**. تحقيق محمد رضا مدور وإمام ابراهيم أحمد. القاهرة: الهيئة المصرية العامّة للكتاب، ١٩٨٠.

ابن الشاطر، علاء الدين. **نهاية السول في تصحيح الأصول**. مخطوط بودلي رقم مارش ١٣٩.

ابن منظور، أبو الفضل محمد بن مكرم. **لسان العرب**. بيروت: دار صادر، [د. ت.].

ابن الهيثم. **الشكوك على بطلميوس**. تحقيق عبد الحميد صبره ونبيل شهابي. القاهرة: دار الكتب، ١٩٧١.

الحموي، شهاب الدين. **معجم البلدان**. بيروت: دار صادر، ١٩٧٩.

الخوارزمي، محمد بن موسى. **كتب صورة الأرض**. تحقيق هانس فون مزيك. ڤينا: هولزهوزن، ١٩٢٦.

رشيد الدين. **جامع التواريخ**. تحقيق بهمن كريمي. تهران: اقبال، ١٩٦٠.

رضوي، محمد تقي مدرّس. **أحوال وآثار... خواجه نصير الدين**. تهران: فرهنك إيران، ١٩٧٦.

الزمخشري، جار الله أبو القاسم محمد بن عمر. **أساس البلاغة**. بيروت: دار صادر، ١٩٦٥.

سهراب. **عجائب الأقاليم السبعة إلى نهاية العمارة**. تحقيق هانس فون مزيك. ڤينا: هولزهوزن، ١٩٢٩.

الذهبي، محمد بن أحمد شمس الدين. **كتاب دول الإسلام**. ط٢. حيدرآباد: دائرة المعارف العثمانية، ١٩٤٤.

الشيرازي، قطب الدين محمود بن مسعود. نهاية الإدراك في دراية الأفلاك. مخطوط كوپرولى رقم ٦٥٧.
صليبا، جورج. «فلكي من دمشق يردّ على هيئة بطلميوس.» مجلة تاريخ العلوم العربية: العدد الأول، ١٩٨٠. ص ٣ - ١٧.
الطوسي، نصير الدين. كتاب التذكرة. مخطوط ليدن رقم ٩٠٥.
العرضي، مؤيد الدين. ملحق كتاب التبصرة. مخطوط أسكوريال رقم ٩٥٥.
الفيروزآبادي، مجد الدين محمد بن يعقوب. القاموس المحيط. القاهرة: مصطفى البابي الحلبي، ١٩٥٢.
ولائي، مهدي. «فهرست نسخة هاي خطي عبد المجيد مولوي.» نشرية كتابخانة مركزي دانشكاه تهران در براي نسخه هاي خطي: العدد ٥، ١٩٦٨. ص ٧ - ١٠٧.

الكتب التي ذكرها العرضي في متن النص

كتاب الأصول، لأقليدس (القرن الثالث قبل الميلاد).
كتاب الاقتصاص، لبطلميوس القلوذي (القرن الثاني ميلادي).
كتاب الأكر، لثيودوسيوس (القرن الأوّل قبل الميلاد).
كتاب التبصرة، لمحمد بن أحمد بن أبي بشر الخرقي (١١٣٨م).
كتاب العمل بالكرة الكاملة، لمؤيد الدين العرضي (١٢٦٦م).
كتاب الكرة المتحركة، لأوطولوقس (القرن الثالث قبل الميلاد).
كتاب المجسطي، لبطلميوس القلوذي (القرن الثاني ميلادي).

مخطوطات كتاب المجسطي العربية المستخدمة في التحقيق

المتحف البريطاني إضافي ٧٤٧٤، وهو ترجمة الحجّاج للمقالات ١ - ٦.
المتحف البريطاني إضافي ٧٤٧٥، وهو ترجمة إسحاق - ثابت للمقالات ٧ - ١٣.
باريس - المكتبة الأهلية، عربي ٢٤٨٤، وهو ترجمة إسحاق - ثابت للمقالات ١ - ٦.
تونس - المكتبة الأهلية، رقم ٧١١٦، نسخة كاملة من ترجمة إسحاق - ثابت.

٢ - المراجع الأجنبية

Bar, Hebraeus. *Historia Orientalis.* Oxon: Clarendon Press, 1672.
Boyle, J. «The Longer Introduction to the 'Zīj-i Īlkhānī' of Naṣīr-ed-Dīn Ṭūsī.» *Journal of Semitic Studies:* no. 8, 1963. pp. 244-254.
——. *The Successors of Genghis Khan.* New York: Columbia Press, 1971.
Drechsler, A. *Der Arabische Himmelsglobus des Muhammad ben Myid el-'Ordhi von Jahre 1279 im Mathematisch-Physikalischen Salon zu Desden.* Dresden: Buchdruckerei der Wilhelm und Bertha V. Baensch Stiftung, 1922.
Encyclopedia of Islam. New edition. Leiden. E.J. Brill, 1960 -.
Goldstein, Bernard and Noel Swerdlow. «Planetary Distances and Sizes in an Anony-

mous Arabic Treatise Preserved in Bodleian Ms Marsh 621.» *Centaurus:* no. 15, 1970. pp. 135-170.
——. «The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses.» *Transactions of the American Philosophical Society:* no. 57, 1967.
Jourdain, Amable. «Mémoire sur les instruments employés à l'observatoire de Maragha.» *Magasin encyclopédique au journal des sciences, des lettres et des arts:* no. 6, 1809. pp. 43 ff.
Kennedy, Edward. «A Survey of Islamic Astronomical Tables.» *Transactions of the American Philosophical Society:* no. 46, 1956.
Nau, François. *Livre de l'ascension de l'esprit.* Paris, 1899.
Neugebauer, Otto. *The Exact Sciences in Antiquity.* 2nd ed. Providence: Brown University Press, 1957.
——. *A History of Ancient Mathematical Astronomy (HAMA).* New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: Springer Verlag, 1975.
Ptolemy, Claudius. *Ptolemy's Almagest.* Translated by G. Toomer. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: Springer Verlag, 1984.
——. *Handbuch der Astronomie.* Heraugeben v. K. Manitius. Vorwort und Berichtigungen v. Otto Neugebauer. Leipzig: Teubner, 1963.
——. *Planetary Hypothesis* see B. Goldstein
Saliba, George. «The First Non-Ptolemaic Astronomy at the Maragha School.» *ISIS:* no. 70, 1979. pp. 571-576.
——. «The Original Source of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī's Planetary Model.» *Journal for the History of Arabic Science:* no. 3, 1979. pp. 3-18.
——. «Ibn Sīnā and Abū 'Ubayd al-Jūzjānī: The Problem of the Ptolemaic Equant.» *Journal for the History of Arabic Science:* no. 4, 1980. pp. 376-403.
——. «The Determination of the Solar Eccentricity and Apogee According to Mu'ayyad al-Dīn al-'Urḍī (d. 1266 A.D.).» *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften:* no. 2, 1985. pp. 47-67.
——. «The Height of the Atmosphere According to Mu'ayyad al-Dīn al-'Urḍī, Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī, and Ibn Mu'ādh.» in: *From Deferent to Equant: A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E.S. Kennedy. Annals of the New York Academy of Sicences:* no. 500, 1987. pp. 445-465.
——. «A Medieval Arabic Reform of the Ptolemaic Lunar Model.» *Journal for the History of Astronomy:* no. 20, 1989. pp. 157-164.
Sayili, Aydin. *The Observatory in Islam.* Ankara: Tarikh Kurumu, 1960.
Seeman, Hugo J. «Die Instrumente des Sternwarte zu *Maragha* nach den Mitteilung von al-'Urḍī.» *Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen:* no. 60, 1928. pp. 15-126.
Sezgin, Fuat. *Geschichte des Arabischen Schrifttums.* Leiden: E.J. Brill, 1978 Bd. VI.
Suter, Heinrich. *Die Astronomen und Mathematiker der Araber und Ihre Werke.* Leipzig, 1900.
Swerdlow, Noel. *Ptolemy's Theory of the Distances and Sizes of the Planets: A Study of the Scientific Foundation of Medieval Cosmology.* Unpublished Dissertation, Yale University, New Haven, 1968.
——. «The Derivation and First Draft of Copernicus's Planetary Theory: A Transla-

tion of the Commentariolus with Commentary.» *Proceedings of the American Philosophical Society:* no. 117, 1973. pp. 423-512.
——.and O. Neugebauer. *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus.* New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: Springer Verlag, 1984.
Tekli, Sevim. «Al-Urdi'nin 'Risalet-ün fi Keyfiyet-il-Ersad' Adli Makalesi.» *Arastirma:* no. 8, 1970. pp. 1-169.
Uri, Joanne. *Bibliothecae Bodleianae Codicum Manuscriptorum Orientalium.* Pars Prima. Oxonii: Clarendon Press, 1787.

فهرس

(أ)

(*) الأرقام المشار إليها في هذا الفهرس تحيل إلى أرقام صفحات مخطوط بودلي [ب] المثبتة في أعالي الصفحات. الأرقام المكتوبة داخل هلالين تشير إلى ذكر الكلمة على تلك الصفحة بطريق غير مباشر. أمّا الإشارات ذات الأهميّة الخاصّة فقد وضع خط تحت أرقامها.

(ت)

(ث)

(ج)

(ح)

(خ)

(د)

(ذ)

(ر)

(ز)

(س)

(ش)

(ص)

(ض)

(ط)

(ظ)

(ع)

(ق)

(ل)

(م)

(ن)

corrected in the edited text, doubtful readings, description of the Ms at each stage-- for example, noting missing texts in the various Mss, marginalia, etc. --erroneous numbers that were definitely scribal errors-- these were recomputed and the correct number was used in the text with a note in the critical apparatus. In short, the critical apparatus allows the reader at all stages to reconstruct, if he so choses, the original Mss that are here edited, as closely as it is humanly possible.

Since the notes themselves refer to the word in the line, rather than a cumbersome number in an unsightly superscript, at few occasions the same word would be used more than once in the same line. Only in the notes a superscript was attached to that word, marking its order in that line. For exmple, if the word intended by the note is *kāna,* and *kāna* occurs more than once, say three times, in a specific line, then a note designated with a superscript 2, as in *kāna*[2] in the notes refers to the second time that word appeared in that line. This way, the body of the text has no superscripts, and the line number is used to refer to the notes.

Symbols Used in the Edition

The following is a list of symbols used in this edition:

B for *bā'*: Bodlean Ms, Marsh 621.
M for *mīm*: Meshhed Ms, ᶜAbd al-Hamid Mawlavi Library No. 398.
Q for *qāf*: Konya Ms, Yusuf Agha Library, Ms No. 6829.
mb for *mīm bā'*: British Museum copies of the *Almagest*, followed by Add. 7474, for Ḥajjāj copy Books I-VI, and Add. 7475, for Isḥāq-Thābit copy, Books VII-XIII.

bā for *bā' alif:* Paris copy of the *Almagest*, Bibliotheque National, Arabe 2482, Isḥāq-Thābit version, Books I-VI.

[...]: A word or a phrase added to the text as required by the context.
/: A new folio beginning in Ms. *B*.
˥: A new folio beginning in Ms *M*.
Ţ: A new folio beginning in Ms *Q*.

Kāna[2]*: Kāna* occurs at least twice in the same line, the second occurence is the one intended by the note.

All folio designations are referred to with the Arabic abbreviations *waw* for *wajh* (face) and *ẓā'* for *ẓahr* (back), and although the Latin designation *r= recto,* and *v= verso* does not quite translate this convention, the equations *w = r,* and *ẓ =v* was systematically used nevertheless throughout the introduction and will be used in the forthcoming translation and commentary.

conventions without feeling that he had to be systematic about it either. As a result, noting the orthography of each *hamza* in each Ms was thought to be of no value whatsoever, linguistic or otherwise, and the edited text was modernized orthographically to reflect the conventions mostly followed for the *hamza* chair by a modern Arabic reader.

Another peculiarity of medieval orthography was the short spelling of some numbers like *thalāth* and *thamānin*, both spelled without long vowels and could be easily confused with *thulth* and *thumn*. The actual text, however, was never ambiguous as to which word was intended by the orthography. To harmonize the text more with the modern spelling of these numbers, it was thought that the edited text should include the long vowels wherever appropriate without reference in the critical apparatus.

The editorial policy concerning the frequent grammatical mistakes, like the improper case endings of the predicate of *Kāna* and *anna*, was to correct these in the edited text, and to note the erroneous usage in the critical apparatus. But, as most readers of Arabic would agree, the correct grammatical form is not always as simple as determining the predicate of *kāna*, and classical grammarians themselves have disagreed about certain readings, and modern ones still do. Correcting a presumed mistake meant at times siding with one grammarian against another, and was thought to be improper intrusion into the domain of the original author of *Kitāb al-Hay'ah* for we have no idea which grammarian he was following. To avoid any attempt to subjugate the text to one grammatical school against another, the policy was adopted to retain the text in its original reading if at all it can be defended by any grammarian whatsoever. For example, the word *awwalah,* quoted above, considered to be grammatically improper by many was retained when appropriate for both a grammarian like Thaᶜlab[69] and a lexicographer like Zamakhshari[70] allowed its usage.

Similarly, the frequent usage of «a certain quantity being so and so *bimā bihi qaṭr al-arḍ wāḥidan»,* could have been read as *wāḥidun* as well. ᶜUrḍī himself is not systematic in this usage and admits both forms. In the edited version *wāḥidan* was used, with the assumption that it is a predicate of an understood *kāna*, and the variants were noted throughout.

There will definitely remain some readings that a modern reader would have preferred to «correct» them stylistically, grammatically or otherwise, and I am sure there are some genuine mistakes that I myself did not catch. My only excuse is that I am only human, and hope that the reader will be kind and forgiving.

The critical apparatus itself consists of variants among the three Mss, with the reading in *Q* being relegated to an appendix whenever its length was deemed fit for that --only six appendices were reproduced as a result-- grammatical mistakes that are

---

(69) ابـو الفضل محمـد بن مكرم بن منـظور، لسان العـرب، ١٥ ج (بيروت: دار صـادر، ١٩٥٥ - ١٩٥٦)، ج ٢، ص ٧١٩.

(70) ابو القاسم محمود بن عمر الزمخشري، أساس البلاغة (بيروت: دار صادر، ١٩٦٥)، ص ٢٥.

with *faḍl* instead of *ashadd* or *akthar* as in *mā wuthiqa bihi faḍl thiqah* (fol. 156r), (to be well trusted) instead of *ashadd* or *akthar thiqah*. At several points ᶜUrḍī uses *ḥālah* or *ḥāl* to mean *athnā'* (fol. 141v) (during) as in *waḍᶜuhu ḥālat al-ijtimāᶜ* (its position during conjunction).

All such uses had become part of scientific Arabic by ᶜUrḍī's time and were not thought of as the best style, but yet they were not considered erroneous. They only reveal the parentage of this language and the continuity of the tradition and the translated texts.

Of the more peculiar usages, we note the lack of consideration for the distinction often made by Arabic grammarians between the *ᶜāqil* (human) and the *ghayr al-ᶜāqil* (non-human). ᶜUrḍī uses, for example, broken plural *ukhar,* instead of the feminine singular *ukhrā*, to modify non-human nouns, and *uwal,* instead of *ūlā*, for the same purpose. He says *aqsām ukhar,* (fol. 117r) and *ḥarakāt uwal.* (fol. 101r). In this regard, ᶜUrḍī uses *awwalah* as well for the feminine singular instead of *ūlā*, and says, for example, *fa-l-nastaᶜmil misṭarah aṭwal min al-awwalah* in *Q* (fol. 186r) and changes it to *al-awwal* in *B*, (fol. 176r) *M*. (fol. 14r) In this case the edited version is corrected to read *al-ūlā*, with the variants noted in the critical apparatus. But the use of *al-ṣūrat al-awwalah* in the *B* (fol. 306v) *M* (fol. 130r) version that ᶜUrḍī himself had edited reveals that ᶜUrḍī was either convinced that the form is permissible, or that he was still unsure about it, hence did not attempt to correct it as he did before. In the dual form, he uses the word *al-awwalatān/ayn* quite freely, as in *al-ṣūratayn al-awwalatayn* (fol. 158r) with the dots clearly indicating this reading in *Q*. (fol. 59v)

Like any other medieval Arabic text, the more frequent use of the masculine form of the verb, even when the feminine subject is immediately following, is the norm. The frequency, however, is so high, and the actual dotting is so infrequent and unsystematic, that it was thought that liberties could be taken to attempt a more modernizing approach by explicitly spelling out the subject verb agreement without reference to the actual state of the manuscript. The inlcusion of such variants, with the inevitable breaking off of the dots under the *yā'*, for example, or over the *tā'*, would have made the critical apparatus a formidable nightmare. Instead, the modernized reading was adopted without reference to the actual manuscript spelling. In the same way, words that were erroneously dotted, but clear in their meaning, were corrected without reference in the notes due to their high frequency.

As for the orthography of the Mss, it too follows the medieval tradition in being sparcely dotted, although the reading is only rarely doubtful. And to refer to every missing dot in the word in the three Mss was thought to be counterproductive, and no systematic attempt was made in identifying such missing dots, except where more than one reading would have been possible. Luckily, very few of such cases were met, and the text was found to be clearly determinable without having to refer to the missing dots.

Similarly, the orthography of the *hamza*, which is not systematic even to our own days, was much more loose in medieval times. One finds in the same Ms all possible variations for its chair, and each scribe seems to have felt free to add his own

Arabic, for they were all writing in the same language. But to find in the work of an astronomer such as Copernicus, some three hundred years later, the same technique in the construction of the model for the upper planets, is to raise a set of questions that are, as of now, left without answers. There is no indication whatsoever that Copernicus read Arabic. We are fairly sure that ᶜUrḍī's work was neither translated to Greek nor to Latin, the two languages Copernicus could have read. In light of that, should one still speak of possible influence on Copernicus? The recent research conducted by Swerdlow and Neugebauer illustrates and documents the many similarities between the work of Copernicus, Ibn al-Shāṭir and Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī. Now with the evidence of ᶜUrḍī, the argument that Copernicus arrived at his astronomy independently is made weaker still. And although we can not show, beyond any doubt, the route by which the results achieved by these early Muslim astronomers could have reached Copernicus, we still have to think of direct knowledge. Moreover, if we keep looking for traditional means of transmission, we will probably arrive one day at determining the exact route of transmission. But one should also think, at this point, of possible informal transmission of ideas, such as diagrams of the new models without texts or even short synopsis of earlier works[67].

The hint given, without comment, by Neugebauer when he published in the last plate in his monumental *History of Ancient Mathematical Astronomy*[68] a diagram of a mathematical devise --invented by Ṭūsī, and was used by Copernicus in the same way, now known as the Ṭūsī couple-- as it appears on a Greek Ms carried from Byzantium to Italy after the fall of Constantinople, should be taken seriously and pursued to include other diagrams as well. For anyone who has tried to reconstruct the ptolemaic models, more than once, let alone trying to modify them or improve on them, would, I believe, recognize a non-ptolemaic model at a distance without necessarily having any text to explain that model. If Copernicus could have seen the Ṭūsī couple, as it appeared on the Greek Ms, or ᶜUrḍī's model for the upper planets, it would not be unlikely to assume that Copernicus could then fill the details for the diagram without necessarily having to read the original Arabic text from which the diagram is drawn. Only future research into late Islamic astronomy and that of Copernicus, if it remains alive, could possibly evaluate the problem of influence much better than we can now do. At this level, it may be sufficient just to accumulate the facts. The accompanying edition of ᶜUrḍī's work and the forthcoming translation and commentary are thought of to be one more step in that direction.

Editorial Method

The language of *Kitāb al-Hay'ah* is the typical medieval Arabic, but with definite features reflecting the influence of the language of the early translators of the Greek texts. Examples of this influence are abundant. Quoting only a few, we note the use of *fa-l-nunzil* instead of *fa-l-nafriḍ* (let us assume), and *aḍwa'* instead of *akthar ḍaw'an* (brighter) as in the *Almagest* translation of Isḥāq-Thābit. ᶜUrḍī also uses constructs

(67) N. Swerdlow and Otto Neugebauer, *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus* (New York: Springer Verlag, 1985).

(68) Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy.*

simply because the motion of an eccentric sphere can be described by the motion of a concentric one and an epicycle; that was already known to Ptolemy, *Almagest* III,3. One can only assume that Ibn al-Shāṭir was driven by some purist reason to propose a set of planetary models that include no eccentrics.

Because of his stricter requirements, Ibn al-Shāṭir mentions earlier astronomers only to criticize them. At one point he mentions ᶜUrḍī(64), but only to discuss his models summarily as inadequte because ᶜUrḍī retained the eccentrics. Another time(65), he mentions ᶜUrḍī to attack him along with Jābir Ibn Aflaḥ for holding the view that Venus was above the sun. The third time he mentions him, he attacks him together with all previous astronomers, including Ptolemy, for failing to devise models that answer both the longitude and the latitude theory.

Under the influence of ᶜUrḍī and others, when Ibn al-Shāṭir computes the magnitude of the planets, he quotes the values of their apparent diameters with respect to that of the sun as given by Hipparchus and Ptolemy. But knowing the difficulties raised by ᶜUrḍī concerning the distances of these planets at which these diameters were measured, Ibn al-Shāṭir strikes a compromise between Ptolemy and ᶜUrḍī, and computes the magintudes of the planets without assuming the same distance for all of them. In the case of Saturn, for example, he follows ᶜUrḍī and takes the distance at which its diameter was measured to have been the minimum distance. For Jupiter, he computes it once with Ptolemy at mean distance, and once at minimum distance with ᶜUrḍī.

The telling point, however, is in the case of Mars, for ᶜUrḍī had used this specific case to reject the claim that the planetary distances were to be taken at mean value, arguing that then Mars would look larger than Venus, which is contrary to the observed facts. (fol.184v). Ibn al-Shāṭir must have accepted this argument for he repeats it(66), and then computes Mars for a distance in between that given by Ptolemy, the mean distance, and the one given by ᶜUrḍī, the minimum one. At this point, Ibn al-Shāṭir abandons his rigour and assigns to Mars an arbitrary distance of 8032 terrestial radii, with no further explanation.

To summarize, it seems that although Ibn al-Shāṭir was not satisfied with ᶜUrḍī's retention of the eccentrics in his models, he was disturbed enough by ᶜUrḍī's arguments against Ptolemy's theory of planetary distances to undertake a similar reconstruction of that theory, sometimes agreeing with Ptolemy at others with ᶜUrḍī. The point that should be made here is that irrespective of which part Ibn al-Shāṭir adopted and which he rejected, the fact remains that he was reacting to ᶜUrḍī's work at a very sophisticated level, thus proving the vitality the latter work enjoyed for almost a century after it was written.

All the astronomers who reacted to ᶜUrḍī's work one way or the other, that were discussed above, can be assumed to have read ᶜUrḍī's work in its original language,

---

(64) Ibid., p. 3v.
(65) Ibid., p. 4v.
(66) Ibid., p. 44r.

in ᶜUrḍī's model as the intersection between the line of centers and the line joining the center of the deferent to the center of the epicycle, for these two points in ᶜUrḍī's model are approximately the same (fol. 83v) [cf. Fig. c]. After that, he proposed his own model (ibid).

Continuing with the *Nihāyat*, it became apparent that on almost all other important issues, Shīrāzī's preferred opinion was that of ᶜUrḍī. We will point to these parallels in the detailed commentary where we will investigate each chapter on its own, and we will then connect it with the relevant material from the *Nihāyat*. At this point, it should be stressed that in some chapters, as in the determination of the dusk and dawn(61), and the height of the atmosphere (literally the sphere of vapour)(62), even the diagrams of the *Nihāyat* are the same as those of *Kitāb al-Hay'ah* and were sometimes used to fill the gaps in the latter. On the whole Shīrāzī's *Nihāyat* is so heavily dependent on ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* either for preferred opinion, or for disagreement, or for emendation, or for being used as a base text to be summarized or edited, that this author finds it quite difficult to see how Shīrāzī's text could have been read and understood without ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah*. In that regard, the edition of *Kitāb al-Hay'ah*, if it has no other value on its own, it will at least prove to be an indispensable tool to anyone wishing to undertake the formidable task of editing, translating and commenting on Shīrāzī's *Nihāyat*.

Like ᶜUrḍī, Ibn al-Shāṭir, who also wrote his own criticism of Ptolemy, also felt that «if one allowed that (i.e. the contradictions in Ptolemy's astronomy), then there would be no need to assume several spheres *(waḍᶜ al-aflāk)*, but we would then say that each planet has one sphere that moves it at a variable speed, thus moving it in retrograde, stopping it, reversing its motion, speeding it up or slowing it down. But that is impossible *(muḥāl)*»(63).

This terminology is reminiscent of ᶜUrḍī's style who at one occasion says: «If one were to accept such contradictions *(muḥāl)* in this discipline, it would then be all in vain, and one would then say that it is sufficient for each planet to have only one concentric sphere.» Similarly, «if we were to accept the existence of one sphere that could move on its own center, sometimes slowing down and at other times speeding up, then there would be no need for all the efforts expended in regard to astronomy.» (fol. 131r).

But unlike ᶜUrḍī, Ibn al-Shāṭir went a step further than all his predecessors who criticized Ptolemy, and took it upon himself to reformulate ptolemaic astronomy under the strictest conditions, namely, that all planetary motion must be represented as the result of a combination of uniform motions around the earth itself, thus elevating the need for eccentric spheres. All of Ibn al-Shāṭir's models assume the center of the universe to be the earth, and all the spheres involved in the construction of planetary models are to be connected in vector-like movements in such a way that the resultant vector produces the observed motion. This result could be achieved

(61) *Kitāb al-Hay'ah*, chap. 58, fol. 191r-195r.

(62) Ibid.

(63) Ibn al-Shatir, *Nihāyat al-Sūl fī Taṣḥīḥ al-Uṣūl* (Marsh 139, fol. 3r).

Similarly, Bar Hebraeus objects to the equant in the model of the upper planets and calls it a «chose étrangère» as well. But because he did not intend to do anything further with it, like propose an alternative model, he kept his objection brief, but too brief to tell for certainty whether he was quoting an earlier source or simply paraphrasing another work. Be that as it may, we feel sufficiently convinced that ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* was at least one of the sources for Bar Hebraeus to be imitated, as in the objection to the prosneusis point above, or to seek inspiration from it, although it remained on the whole too sophisticated to be either matched or surpassed.

The second astronomer who must have read ᶜUrḍī's work much more closely, and adopted its main arguments, was Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī. In a separate work, I have shown that the model of the upper planets that was attributed to Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī on the basis of the latter's description of the model in his treatise, *Nihāyat al-idrāk fī dirāyat al-aflāk* [hereafter called *Nihāyat*], was indeed due in toto to *Kitāb al-Hay'ah* of ᶜUrḍī(59). In that article I have edited the appropriate portion of *Kitāb al-Hay'ah*, translated it into English, thus showing beyond doubt that Quṭb al-Dīn's model is nothing other than the one devised by ᶜUrḍī around half a century earlier. In another article I have also shown that Shīrāzī's derivation of the height of the atmosphere is also due to *Kitāb al-Hay'ah* of ᶜUrḍī.

A closer reading of Shīrāzī's *Nihāyat*, especially of the introduction and the conclusion, revealed that Shīrāzī was actually writing an anthology of astronomical theories, with some additions of his own, and a great editorial skill. His oblique references to other astronomers, rarely mentioned by name and to other works, rarely quoted with full identification, leaves one with the impression that Shīrāzī himself was responsible for the several alternatives that he suggests in the *Nihāyat*. The fact of the matter is that, after a thorough reading of Shīrāzī's work, one finds that most of the new alternatives that he mentions are not due to him at all but are mainly lifted from ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* or from Ṭūsī's *Tadhkirah*. By comparing ᶜUrḍī's model for the moon with Shīrāzī's model in the *Nihāyat*(60), we found the two to be identical again, with Shīrāzī, this time, summarizing ᶜUrḍī's long-winded text, but preceeding the material with the phrase: «*qāla baᶜḍ afāḍil al-muta'akhkhrīn min ahl al-ṣināᶜat hāhuna*» (One of our distinguished contemporaries of the people of the art in this place said) (fol. 61v), hence leaving no doubt that the text that followed was not due to him.

Similarly, in Shīrāzī's discussion of the new models for Mercury (fol. 77v-84v), one of the alternatives that he quotes at great length (fol. 82r-83v) is that of ᶜUrḍī, but here too he introduces the material by calling it «*aṣl al-ḥāfiẓah wa-l-mudīr*» (Method of the Maintainer *(ḥāfiẓah)* and the Director) as being due to someone who is «*min afāḍil ahl hādha al-ᶜilm*» (one of the most distinguished people of this science) and not Shīrāzī himself. In fact Shīrāzī objects to the approximation adopted in ᶜUrḍī's Mercury model between the equant as in Ptolemy's model, and the new point defined

---

(59) Saliba, «The Original Source of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī's Planetary Model.

(60) Koprulu Ms 657, fol. 61v-64r.

Such an assessment only reflects the limited knowledge of Islamic astronomy during the whole nineteenth century, and to a great extent is still true for our own times. Ignorance of a subject in itself is not very serious if it does not become detrimental to the work that one is engaged in, as in the case of Nau. Because he was not looking for anything new, nor was he expecting any, Nau did indeed miss the full significance of two chapters in the treatise of Bar Hebraeus that could have been very well understood if they were seen in the context of a criticism of Ptolemy's astronomy.

To start with, Bar Hebraeus was only writing an elementary treatise on astronomy, and his main purpose was not like that of ᶜUrḍī, i.e. to attempt a full program of reform of ptolemaic astronomy. On that account, Nau is partially justified for not expecting anything new. But even in an elementary treatise, Bar Hebraeus felt that he knew enough of Ptolemy's astronomy to know that it included some major inconsistencies. In the first instance, when he finished explaining the ptolemaic model for the moon, Bar Hebraeus added a chapter that he titled: «Des choses, étrangères à la nature des intersphères, qui apparaissent dans l'epicycle de la lune»[57]. These strange things are nothing but the two objections raised earlier against Ptolemy's model, and could date as early as the time of Ibn al-Haytham if not earlier. The wording of these strange things, however, especially in the case of the prosneusis point, is closer to ᶜUrḍī's wording than to any other Muslim astronomer from whom they could have been taken, including Ibn al-Haytham. To quote in full, and in Nau's translation, Bar Hebraeus says concerning the prosneusis point: «La seconde chose consiste en ce que le khougto droit auquel commence le mouvement moyen du mouvement propre, devrait être en face du centre de l'excentrique dérérent. Or, il ne se trouve pas en face de ce centre ni en face du centre de l'univers autour duquel il décrit des angles égaux dans des temps égaux, mais il se trouve constamment en face d'un autre point que nous avons appelé ηρό6νευ6 ʃ»[58]. ᶜUrḍī too summarized his objections to Ptolemy's lunar model in two main contradictions *(amrān mustaḥilān)*, the second of which was quoted above and we quote here again for comparison: «The epicyclic diameter-- the line passing through the epicyclic center and the *farthest point,* called *mean* or *regular apogee*, that is used as *the starting point for the motion* of the moon *on its epicycle*-- as soon as this diameter departs from the line of centers, i.e. the center of the universe, the deferent and the epicycle, *it is* then *neither directed towards the center of the universe around which the epicycle moves uniformly, nor towards the center of the deferent, but towards a point, called the point of prosneusis,* located on the line connecting the perigee of the eccentric and the center of the universe.» (fol.124r). The italicized phrases in this objection reveal the closeness in style and wording between the works of ᶜUrḍī and Bar Hebraeus. For the reader who can compare the original Syriac with the Arabic text, the similarities in wording and in sentence structure are even more striking. It is sufficient here to say that such a construction is not to be found in the works of Ibn al-Haytham, Ibn Aflaḥ, or Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī. We must then conclude that, at least as far as the objection to the Ptolemaic lunar model is concerned, Bar Hebraeus is indebted to ᶜUrḍī for its formulation.

---

(57) Ibid., p. 32.

(58) Ibid.

proof that had necessitated the taking of the aforementioned positions. His excuse (i.e. Ptolemy's) is evident, for every science and art are rarely found complete without any defects from the very beginning, and their originator having brought them to a perfect state where no further corrections or additions are any longer needed. The case is especially true in regard to this noble and obscure craft (i.e. astronomy). Its nobility is due to the fact that (this craft) is the perfection of the theoretical part of the mathematical sciences. As for its obscurity it is obvious to all. But the knowledge that has no defects, it is that of God only, may He be exalted.» (fol. 100r).

If Ptolemy, the originator and creator of the discipline, is to be excused for not attaining perfection, what excuse could one give to the later astronomers for not correcting him? None. For as ᶜUrḍī puts it: «They all followed him in that regard, imitating him like common folk, copying his statements, both the true and the false ones, without any close examination or deep understanding.» (fol. 156r). Nay, «they all followed his footsteps, adding nothing to his works and subtracting nothing from them. Only some of them like Abu ᶜAlī Ibn al-Haytham and Ibn Aflaḥ al-Maghribī, have raised some doubts, and thus added nothing of their own except doubt. But let no sane man raise doubts in regard to a person so well known for his virtue, nor reject his statements unless if he had a clear evidence and an indisputable proof.» (fol. 156). With such exhaurtations ᶜUrḍī chastizes the later astronomers.

Influence of ᶜUrḍī's Work on Later Astronomers

We have hinted above at the discussion generated by ᶜUrḍī's interpretation of Ptolemy's statement in the *Planetary Hypothesis*, and that it was still lively more than a century later to be quoted by Ibn al-Shāṭir of Damascus. We have also suspended judgement about the relationship between ᶜUrḍī's work and that of Ṭūsī, being satisfied with the general conclusion that the two astronomers seem to have worked independently without influencing each other's work. But between Ṭūsī, the older contemporary of ᶜUrḍī and Ibn al-Shāṭir more than a century later, there are at least two astronomers that we know of who must have read ᶜUrḍī's work and were, to varying degrees, influenced by it.

The first of these astronomers is the famous Syrian Maphrian Bar Hebraeus (d. 1286), who has left us a Syriac astronomical treatise, *sullāqā dᶜhawnā,* that was translated by François Nau, at the end of the last century, as *L'Ascension de l'esprit*(55). But being under the influence of nineteenth century research which was not necessarily looking for any critique of Ptolemy, Nau did not, in turn, notice anything peculiar in the work of Bar Hebraeus. He even went as far as saying: «au XIIᵉ (meaning XIIIᵉ) siècle, a l'époque ou écrivait Bar Hebraus, les Arabes s'occupaient d'astronomie depuis près de quatre siècles et notre auteur cite un certain nombre de leurs résultats; mais ces résultats semblent peu importants; les auteurs arabes que nous connaissons furent surtout des commentateurs et des astrologues amateurs, on ne les a admirés que faute de connaitre les œuvres grecques, leurs modèles»(56).

(55) F. Nau, *Livre de l'ascension de l'esprit* (Paris: [s.n.], 1899).

(56) Ibid., «Conclusion,» p. xiv.

$\frac{1253}{187} \times 103;32,30 = 694^{rd}$ (fol. 183v), to be the greatest distance of Venus which is considerably larger than 605rd, the mean distance of the sun. ᶜUrḍī then concluded: «It is impossible that the sphere of Venus be below the sphere of the sun. And we have also computed it with the parameters *(uṣūl)* of the *Planetary Hypothesis* and still found it to be impossible.» (fol.183v). As a result ᶜUrḍī recomputed all the planetary distances and volumes from the beginning and ended up with the following arrangement for the planets: Moon, Mercury, Sun, Venus, Mars, Jupiter, and Saturn.

In this process of correcting the ptolemaic computations ᶜUrḍī reads ptolemy's statement about Hipparchus's observation of the relative diameters of the planets to mean that these values were true for mean distances, otherwise Mars would look greater than Venus, which it does not. And after a close investigation of the visibility of the upper planets, he says: «We conclude that the diameters of the wandering planets were taken at their maximum visibility, when they are at their minimum distances, and for Venus as it was close to it.» In the actual computation of the planetary sizes, he reaffirms this reading of the *Planetary Hypothesis*[(53)]: «And we compute the diameters of the planets, on the assumption that the given ratios are for the minimum distances, with the exception of Mercury on account of the difficulty concerning its (visibility at minimum distance).» (fol. 184v). As was already noted by Swerdlow, this interpretation of the statement of the *Planetary Hypothesis* must have generated a lively discussion among the later astronomers as one could see it reflected in the works of Ibn al-Shāṭir some one hundred years later[(54)].

e- Evaluation of Ptolemy's work

Knowing the influence of Ptolemy on Islamic astornomy, and the respect that Ptolemy inspired in the minds of medieval astronomers, ᶜUrḍī felt under obligation to give some sort of an explanation as to the reasons for Ptolemy's failure to produce a consistent astronomical theory. The only explanation he could come up with is a natural explanation of the history of astronomy. His contention is that scientific disciplines, astronomy included, are in a continuous state of change, and at no stage could one claim that they have reached perfection. This is especially true in the case of astronomy, for Ptolemy was the first astronomer to attempt a comprehensive solution for all the known phenomena. And as a creator of a new discipline, he committed the mistakes that he did, simply because perfect creation is in the domain of the Divine only. But in addition to that ᶜUrḍī understood Ptolemy's attempt at saving the phenomena in its proper perspective. He says: «He (i.e. Ptolemy) contradicted the principles intentionally *(ᶜamdan)*, for he could not contradict the observations and the demonstrations (literally proofs) that issue from them, both being considered by him as superior *(aqwā)* to the principles; the reason being that principles are based on what is appropriate and befitting *(al-ashbah wa-l-awlā)*, while observations are based on actual sightings *(al-ᶜiyān)* and the sightings are used in the proof. And it is the

(53) Goldstein, «The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypothesis,» p. 32, line 6 f.

(54) Swerdlow, «Ptolemy's Theory of the Distances and Sizes of the Planets: A Study of the Scientific Foundation of Medieval Cosmology,» p. 197.

Ptolemy's order of the planets, he says: «Since he (Ptolemy) could not determine (the distances) with certainty, nor did he find any of them (i.e. Venus and Mercury) between the observer and the sun, and being a man who preferred the truth and adored it, he was perplexed about their position vis a vis the sun. But when he finally made up his mind, he said that the sun was above them, and that it was below the superior planets. What we have found, however, is that the sphere of Venus is above that of the sun, as we will see, if God wills it, in (the discussion) of the planetary distances and sizes». (fol. 129r)

This section of ᶜUrḍī's work has been studied at two different occasions: First by N. Swerdlow»[49] in an unpublished dissertation, and then by B. Goldstein and N. Swerdlow[50] in an article devoted to ᶜUrḍī's discussion of planetary distances. The same subject will be taken up again in detail in the commentary accompanying the English translation.

The gist of ᶜUrḍī's objection to Ptolemy's method of computing the planetary distances and sizes is that Ptolemy treated the planetary distances in an approximative fashion, thus «at times completing the fractional parts, while at other times disregarding them. He also said that he did that intentionally, and offered his excuse for it. But no such excuse could be acceptable. For if these fractions were not to be multiplied, together with their accompanying integers, by the planetary distances, and then divided by other numbers that have their own fractions, then approximating them would not have been so dangerous. But specifically for that reason, the mistakes could then be magnified when the fractions are completed or disregarded.» (fol. 182v). ᶜUrḍī objects as well to Ptolemy's method which disregards the sizes of the planets themselves in the computation of their distances. (fol. 182r) Moreover, he also charges Ptolemy with neglecting to consider the thickness of the epicycles and the pareclipties that are found in the model of each planet. (ibid.). As a result ᶜUrḍī felt that he could not depend on the approximative values of the *Planetary Hypothesis,* and that he would have to recompute the planetary distances from the values given in the *Almagest.* (fol. 183v)

The crucial point is that by doing so he calculated correctly the ratio of the maximum distance of Venus from the Almagest to its minimum distance from the same source to be $\frac{104;25}{15;35}$ [51], which he writes (fol. 183v) as $\frac{1253}{187}$ [52] in full integers. But he has also computed the farthest distance of Mercury, itself equal to the least distance of Venus, to be 103;32,30[id]. Using this ratio, he found

(49) Swerdlow,«Ptolemy's Theory of the Distances and Sizes of the Planets: A Study of the Scientific Foundation of Medieval Cosmology».

(50) Goldstein and Swerdlow, «Planetary Distances and Sizes in an Anonymous Arabic Treatise Preserved in Bodlean Ms Marsh 621».

(51) Where 104;25 =60+ epicycle radius 43;10 + eccentricity 1;15, and 15;35 = 60−44; 25.

(52) $\frac{104;25}{15;35} \times \frac{12}{12} = \frac{1253}{187}$

way that the two main problems in the ptolemaic model are solved. These problems were, as in the case of the lunar model: 1) A deferent that moves uniformly around an axis that does not pass through its center, and 2) an equant point which is neither the deferent's center nor the center around which the deferent describes equal motion.

In Ptolemy's model [Fig. c], the deferent is moved uniformly by the director around center B in a clockwise direction to bring the apogee to point T. The deferent itself moves counterclockwise around its own center G, to carry the epicycle center to point C, but seems to be moving uniformly at equal opposite velocity around point E, the equant. It is necessary therefore, that the deferent describe an irregular motion around its own center G, a clear violation of the uniform motion principle.

In response to that, ᶜUrḍī states the following: «This total configuration resulted from several considerations. Among them are the observations, the proof that is based on the observations, the periodic movements, the model *(hay'ah)* that he (i.e. Ptolemy) conjectured *(ḥadasa)*, and the directions of these movements. No one should be critical of the observations, the proof, or the periodic movements, for there has not come to light anything to contradict them. As for the method of conjecture, he (i.e. Ptolemy) should have no priority over anyone else, especially that his error had been made evident. And if anyone were to find another proposition *(amr)* that agrees with the principles, and matches the particular movements of the planet that are found by observation, then that person should be deemed as closer to the truth *(awlā bi iṣābat al-ḥaqq)*. And now that we have seen his erroneous opinion and sought to emend it *(iṣlāḥ)* as we did in the case of the other planets, we found that we could do so if we reversed the directions of the two movements mentioned above, that is, the movement of the director and that of the deferent. Let us assume then, that the director moves counterclockwise by as much as three times the mean motion of the sun, and that the deferent moves clockwise by twice the mean motion of the sun. Then the resulting motion of the epicyclic center is counterclockwise by as much as the mean motion of the sun, which is the same as in his (model)». (fol. 167v)

Translated into the diagram [Fig. c] and superimposed, to scale, over Ptolemy's model, ᶜUrḍī's model describes the motion of Mercury by letting the director move uniformly, like Ptolemy's lunar deferent, counterclockwise around center B to carry the apogee to point S. Then the deferent should also move uniformly, but in the opposite direction, around its own center K to bring the epicyclic center back to I. The resultant motion of the epicyclic center would then be parallel to that of Ptolemy and is very close to it, as in the diagram. Moreover, ᶜUrḍī's model will agree with the principles of uniform motion and will match the results of observation very closely, thereby «varying only slightly (from that of Ptolemy) by an amount that could escape the observer. Our method, on the other hand, is free from doubt and contradiction, and is therefore clearly superior to any other.» (fol. 169v)

d- Planetary Distances

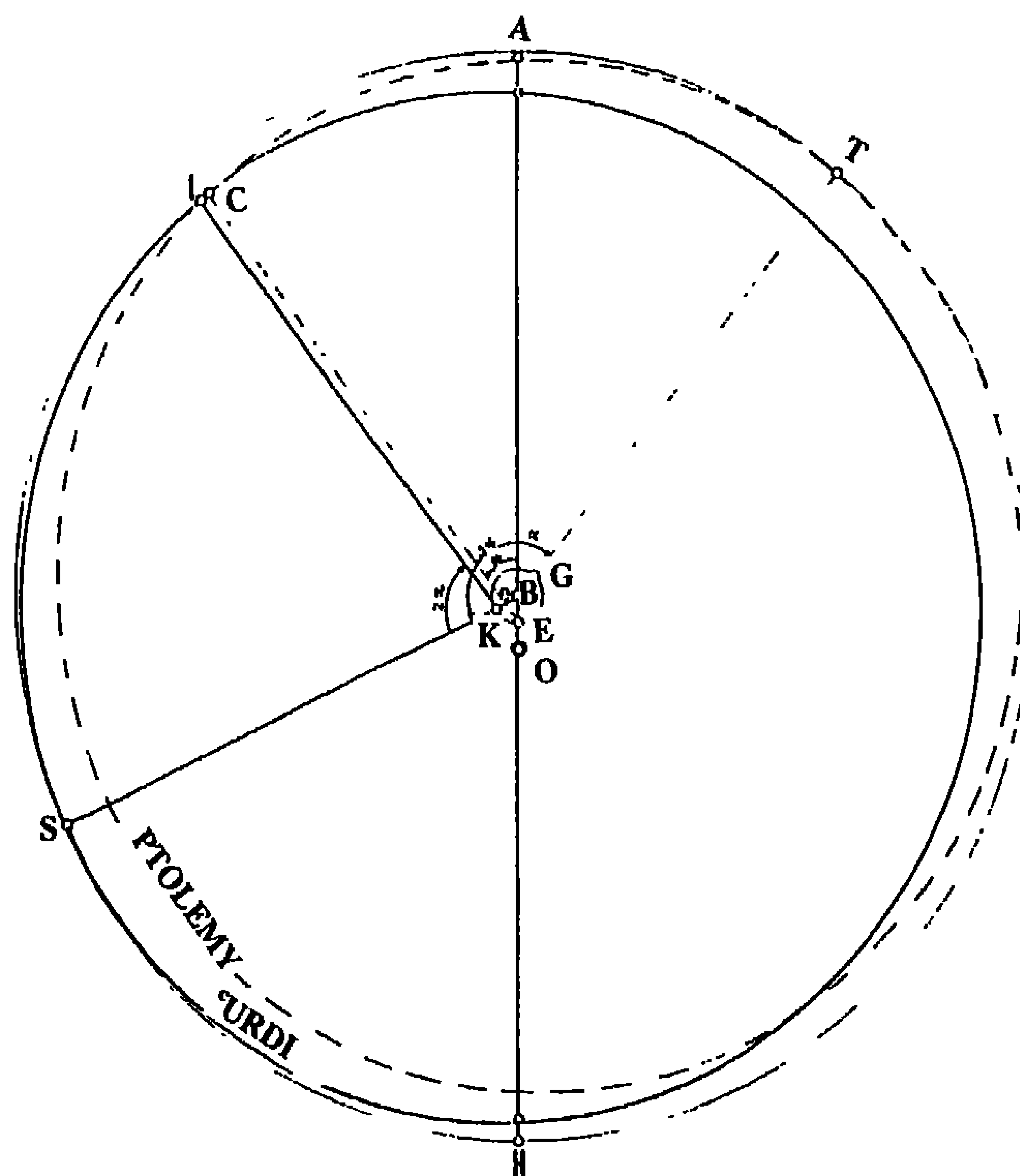
To continue his assessment of Ptolemy's works, ᶜUrḍī was not satisfied with Ptolemy's statement, *Almagest* IX,1, that the order of the planets can not be determined with certainty, and thus should be taken without proof. Speaking of

identical or technically equivalent to models already developed by earlier Muslim astronomers such as Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī and Ibn al-Shāṭir, it may be safe to assume that there was a much closer connection between the research conducted by these Muslim astronomers --now including ᶜUrḍī-- and that of Copernicus than has hitherto been realized.

c- The Mercury Model [cf. Fig. c]

ᶜUrḍī devotes two different chapters to the discussion of Mercury's model, in addition to the various remarks that he makes about it in connection with the other planets. Chapter forty-four (fol. 162r-164r) contains a straight forward description of the spheres of Mercury with brief remarks about the motions of these spheres. And whenever it was appropriate, ᶜUrḍī corrects the ptolemaic description to fit the new observations. He, at one point, reminds the reader that «it is no longer necessary to add the conditions that were assumed by Ptolemy for these motions, for it was found that the solar apogee [assumed fixed by Ptolemy] indeed moves at the same rate as the apogee of the director *(al-mudīr)* which is in Libra.» (fol. 163r)

Chapter forty-eight (fol. 166v-169v) as its title *islāḥ Hay'at ᶜUṭarid* (a Reform of Mercury's Model) implies, is devoted to a reconstruction of Mercury's model in such a



MERCURY MODEL

Fig.c

deferent. This center D was later to be called the *equant*, a term not used by Ptolemy in the *Almagest*.

This equant center, ᶜUrḍī argues, is in violation of a basic principle of spherical motion. If the deferent is a real sphere, then it would be physically impossible for such a sphere to move uniformly around any axis that does not pass through its center T. But if the deferent is not a real sphere, then there is no reason for it to move at all, nor could it have any mover, for then it would be imaginary. Similarly, the sphere of the equant could not exist. For if it were assumed to exist it will have to intersect the sphere of the deferent by Ptolemy's own admission. Such a phenomenon is impossible, for the spheres in the heavens are real bodies and do not intersect with one another. «Therefore, the equants are imaginary circles. And imaginary circles, like imaginary lines, do not move uniformly, nor otherwise.» (fol. 154v-155r)

To rescue Ptolemy from this difficulty, ᶜUrḍī proposes a model of his own that was edited and translated by the present author in a separate publication[48]. Described briefly, it amounts to assuming the epicyclic center not to be carried by the Ptolemaic deferent EWM, for that is imaginary, but rather by a real epicyclet with center N, which is itself carried on a real deferent that moves uniformly around its own center K. As in Fig. b, the epicyclet is assumed to move uniformly in the same direction as the real deferent, at the same speed, thereby carrying the epicyclic center, now on point O, in such a way that line DO is always parallel to line KN. This arrangement does not only allow every shpere in the model to move uniformly around its own center, but allows O as well to coincide with Z along the apsidal line and to hug it very closely in the other positions --thereby duplicating Ptolemy's deferent within tolerable limits-- and to keep the resultant motion of O as if it is uniform around D since DO is always parallel to the uniformly moving radius KN. This, in turn, preserves the effect of the ptolemaic equant, for it is observationally imperative, without having to assume any imaginary circles or spheres. Since O in ᶜUrḍī's model does not coincide with its Ptolemaic counterpart Z at all times, one would have expected ᶜUrḍī to follow the same methodology as in the case of the moon and to compute the variation. He did not do so, for he seems to have convinced himself that the two points are so close together that the variation between them is negligible.

Some three hundred years after ᶜUrḍī, Copernicus suggested in *De Revolutionibus* V, 4, his own model for the motion of the upper planets. If that were to be translated into the geocentric counterpart, from which Copernicus always started as in Swerdlow-Neugebauer, chapter 5, fig. 7, one could easily see that the Copernican model is in every respect identical to that of ᶜUrḍī. Both models bisect the ptolemaic eccentricity to define a new deferent with center K, and transfer the combined motion to the epicyclet with center N in ᶜUrḍī's model --C_1 in Copernicus's-- to keep the effect of the ptolemaic equant.

At this stage it is impossible to determine with any certainty if Copernicus ever knew of ᶜUrḍī's model. But in light of the recent research of N. Swerdlow and O. Neugebauer where Copernicus is shown to have several other models that are either

(48) Saliba, «The Original Source of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī's Planetary Model».

The Copernican model for the upper planets superimposed over that of Ptolemy. Courtesy of Swerdlow & Neugebauer.

explained. Chapter forty --a very short chapter-- explains why none of the planets seems to be moving uniformly around the earth. But in chapter forty-one, titled simply «On the Knowledge of the Spheres of the Planets», ᶜUrḍī sums up the ptolemaic model for the upper planets by explaining why one needs the deferent and the epicycle hypothesis to explain the observed phenomena of retrograde and stationary behaviour of the planets, as well as the variations in their anomalies. Furthermore, according to Ptolemy, all of the motions of the upper planets can be explained by assuming the deferent EWM [in Fig. b] to be moving counterclockwise around its center T, thereby carrying the epicycle center Z counterclockwise as well. The epicycle itself --not represented on the diagram-- also moves counterclockwise, but uniformly around its own center Z, thereby carrying the planet around its own circumference. When evoking the principle of uniform motion, Ptolemy had to concede that the deferent, as he described it in this model, does not move uniformly around its own center T, which is itself eccentric, but that it moves in a uniform circular motion around a center D twice as far from the observer as the center of the

and the observations... But sincere researchers are never content with such things». (fol. 131r-131v).

Kitāb al-Hay'ah is literally studded with such remarks, and they will all be expounded in the commentary that will be appended to the English translation. In this introduction, we can only say that ᶜUrḍī's text seems to have been written with the full awareness that the whole enterprise of proposing a new astronomy is a matter of serious concern and should not be done simply to object to Ptolemy's astronomy, as others have done, or simply to save the phenomena at any cost, but rather to render such an astronomy consistent with its own principles. «The achievement of such a momentous result in a correct fashion is of the highest human intellectual degree and it is actually the perfection of the theoretical part of the mathematical (sciences).» (fol. 157r). In that regard, ᶜUrḍī was reading Ptolemy's *Almagest* IX, 2 only too well.

b- Model for the Upper Planets [cf. Fig. b].

ᶜUrḍī's treatment of the upper planets begins in Chapter thirty-eight [fol. 149v-150v). And like his treatment of the moon, he starts by explaining the ptolemaic model. For the upper planets, Saturn, Jupiter and Mars-- the same model also explains the motion of Venus-- one has to assume the existence of only three spheres: two encompassing the earth, called the concentric parecliptic *(al-kullī* or *al-mumaththil)*, and the eccentric deferent *(al-ḥāmil)*, and one excluding the earth called the epicycle. The motions of these spheres are discussed in chapter thirty-nine (fol. 150v-152v), where the ptolemaic parameters of mean motions are adhered to and

MODEL OF UPPER PLANETS

Fig.b

bring the center of the epicycle I to the same direction as C with respect to the observer O. ʿUrḍī clearly sees the similarity of these mean positions to the solar model where the angles were measured from the observer's position although the actual motion was taking place on the eccentric. «Let no one say that these (angular) values are not on the same circle, for we are only talking of mean motion which is along an arc of the ecliptic similar to the one described by the epicyclic center on the eccentric, as we have seen in the case of the motion of the sun on its own eccentric». (fol. 120v-127r)

As for the reversal of the directions of the motion of the apogee and that of the deferent, ʿUrḍī was quite aware that he was proposing this for the first time. «In this matter we contradicted all astronomers». (fol. 126v) But as he was sure that he was not contradicting the observed facts he felt free to reverse these motions for, as he says later when using the same technique in the Mercury model, «the directions of these motions were not necessitated by them (i.e. the observations) but were simply given by Ptolemy». (fol. 167r)

Furthermore, ʿUrḍī's model duplicates exactly the ptolemaic positions at the critical points, namely, at the syzygies and quadratures. But to be complete, ʿUrḍī wanted to test his model against the same observations used by Ptolemy to test his own model, namely the two observations taken by Hipparchus and used in the *Almagest* V,5. After devoting the rest of this chapter to this test, ʿUrḍī finds out that his model varies from that of Ptolemy, for the observer on earth, in the amount of the first equation, by some two and a half minutes. To that he says: «Such a variation may escape a skillful observer, even if he were using the best instruments». (fol. 129v)

But still alarmed by the fact that ignorant critics who may read his book may use this difference against him *(dafʿan li-tashnīʿ al-muqallidah al-nāẓirīn fī kitābī)* ʿUrḍī combed the whole *Almagest* in search of an authoritative statement by Ptolemy where such small variations are considered negligible. He luckily found such statements, namely in V, 10, where Ptolemy admits that even an error as big as two minutes in one case, and four in another, may escape the observer. To that ʿUrḍī says: «If Ptolemy is allowed to disregard two, or even four minutes, at the center of the universe as negligible, for such values may escape the observer, then we should be equally allowed to differ by two or even three minutes». (fol. 129r)

Finally, while urging the reader to accept his model, and to reject that of Ptolemy, the latter being in contradiction with the accepted principles of astronomy, ʿUrḍī stresses his own philosophical convictions by saying: «If we were to accept that there is a sphere that moves on its center, sometimes speeding up and other times slowing down, then there would be no need for all the efforts expended in regard to this astronomy, and the final quest would then be the knowledge of the equations to be applied to the motions, even if those were based on false notions. It would have also been sufficient to just record the equation tables without any further discussion, as one would do with the *Zawraqī* projection, and the *Safīḥa* of al-Zarqal al-Maghribī, for they both assumed the horizon (i.e. the earth) to be in motion and the heaven *(al-falak)* to be fixed and were simply satisfied by the agreement between their results

This assertion is then followed by an interjected argument as to why the moon is never seen to be moving in retrograde. But quickly after that, ᶜUrḍī returns to the main issue at hand by concluding: «This is a summary of their opinion concerning the spheres of the moon and their motions. And now, that we have come to the end of the description of their doctrine, we state the issues that we disagreed with them about, namely: Since it has become obvious that some of the doctrines that they held were contrary to the principles *(uṣūl)* of this science, we reject these doctrines as well as the opinions recorded in the books of their followers. Among the objectionable issues are: 1) The motion of the epicyclic center counterclockwise, according to their opinion, by virtue of the motion of the eccentric deferent --which has a considerable eccentricity. That deferent moves the epicyclic center in such a way as to describe equal arcs in equal times around the center of the Zodiac which is the center of the universe... (fol. 123v-124r), and 2) the epicyclic diameter --the line passing through the epicyclic center and the farthest point called mean or regular apogee, that is used as the starting point for the motion of the moon on its epicycle --as soon as this diameter departs from the line of centers, i.e. the centers of the universe, the deferent and the epicycle, it is then neither directed towards the center of the universe around which the epicycle moves uniformly nor towards the center of the deferent, but towards a point called the point of prosneusis located on the line connecting the perigee of the eccentric and the center of the universe». (fol. 124r).

«This, (in brief), is the opinion of Ptolemy and his followers. But now, let us discuss the position of the point that is to be considered as the reference point for any motion. In that regard we say: Anything that is assumed to be a reference point for any motion must itself be stationary with respect to the moving object so that the motion will be due only to the moving body as it draws away from it or comes close to it. Only then its motion can be correctly determined». This is a direct objection to the statement of the Almagest V,5, summarized above. Moreover, ᶜUrḍī felt that the whole ptolemaic model as described in the *Almagest* was untenable, for «it is obvious to anyone who has the slightest understanding that such notions *(taṣawwur)* are contrary *(mujānib)* to the accepted principles of this science, and do not belong to the orderly and continuous state of affairs that is free from any blemish». He says: «We do not say that in order to be ostentatious or to chide anybody, but rather to speak for the truth and to support it». (ibid.). I am sure that the ironic similarity between this statement and that of Ptolemy himself in the Almagest IX, 2-- it is almost verbatim as in the Arabic translation-- was intentional.

In such terms ᶜUrḍī dismisses the ptolemaic lunar model and proposes his own simply by saying: «Let us assume that the directions of the motions of the lunar apogee and the epicyclic center were contrary to the direction that they assigned for them. We also disagree with them about the value of each of these motions. But yet there will be an agreement in the results according to both (models)». (fol. 120r).

Refer to Fig. a where one can see clearly ᶜUrḍī's alternative model. The lunar apogee, now called B, moves counterclockwise by 3α around the center of the universe to bring point P, the center of the deferent, almost in line with the imaginary prosneusis point N in the ptolemaic model. Then, since the motion is taken to be in mean terms, let the deferent move around center P in the opposite direction by 2α to

With this remark, ᶜUrḍī concludes chapter twenty-three, having, so far, set the ground for a clear description of the ptolemaic model and a decisive attack on it [Cf. Fig. 3,3a in the text]. He also clearly identified the two points in the model that he will later take up in his objection to Ptolemy.

In chapter twenty-four (fol. 119v-121r), ᶜUrḍī describes the lunar anomalies *(ikhtilāfāt)* that result from the movements of the spheres in the ptolemaic model. In passing, he attacks Kharaqī, the author of *Kitāb al-Tabṣirah*, on account of the latter's defense of the ptolemaic model, especially when he asserts that the lunar apogee must move clockwise. As we will see below this issue is critical to ᶜUrḍī's model. After correcting the argument of Kharaqī by proving that if one were to accept the initial premises of Ptolemy about the directions of the movements involved, one could then show that the lunar apogee will indeed move clockwise as stated by Ptolemy [cf. point A in Fig. a]. But then ᶜUrḍī hastens to say: «But this argument *(qiyās)* rests on a premise that is not necessarily true, namely, that the center of the epicycle is moved by the deferent counterclockwise. If, on the other hand, we were to assume that the center of the epicycle is moved by the deferent clockwise and by the apogee counterclockwise, we would then escape the contradictions *(muḥāl)* that were necessitated by their opinion, and would reach the truth». (fol. 120v).

After warning his reader in this fashion, ᶜUrḍī goes back to the exposition of the ptolemaic model by devoting the rest of the chapter to the description of each of the movements, the resulting anomalies, and the equations that can be determined for each case.

Chapter twenty-five (fol. 121r-131v) is the crucial one in the whole exposition of the lunar theory. After surveying the observational evidence that was used by Ptolemy to construct his model, ᶜUrḍī suggests that one could interpret this evidence differently and still come up with the same results, without having to accept the obvious contradictions embedded in the ptolemaic model. As we have repeatedly stated above, ᶜUrḍī's purpose is to accept the same principles that Ptolemy accepted, and to accept Ptolemy's observations as valid, but yet, devise a model that does not violate the principles and still concurs with Ptolemy on the observational results.

After going to great length to recast Books IV and V of the *Almagest*, citing all the evidence for the different models tried out by Ptolemy, ᶜUrḍī concludes this section by saying that in adopting his final model, Ptolemy «fell into contradictions *(mustaḥīl)* at two different occasions, namely, that the center of the epicycle describes equal arcs in equal times around the center of the universe rather than the center of its own deferent, i.e. the eccentric --which is the first contradiction *(muḥāl)*-- and that the line joining the mean apogee and the center of the epicycle does not pass through the center of the deferent except when the center of the epicycle is at its farthest or nearest distance-- at other times it passes through the prosneusis point described above. As a result, the motion of the epicycle is not measured from the same point, and thus could not be uniform around its own center-- which is another contradiction *(muḥāl)*». (fol. 123r). It was obvious then, that in these two instances Ptolemy «necessarily contradicted the principles of this science, and we are thus sure that the model for the moon could not be as they had described». (fol. 123r).

the universe is equal to the distance of the center of the universe from the center of the deferent. Furthermore, this point moves along with the motion of this (straight) line, and so does the center of the deferent. The (straight) line itself is moved by the sphere of the nodes *(jawzahr)* and that of the inclined sphere, and they, together, move the apogee in the direction opposite to that of the zodiacal signs *(khilāf al-tawālī)* [i.e. they move the lunar apogee clockwise around the center of the universe]. This point is the one called the point of prosneusis *(al-muḥādhāt)*». (fol. 119r)

To be specific, ʿUrḍī does not only dissociate himself from such opinions of the «ancients and the moderns», but further quotes with ingenious editorial skill the *Almagest* V, 5 to put the blame for adopting such a point fairly and squarely on Ptolemy's shoulders. He summarizes Ptolemy's statements in V, 5, thus: «The point which is fit to be considered the reference point *(mabda' al-ḥarakah)* for all the particular movements of the moon is always in straight line with the center of the epicycle and the point that is called the prosneusis point. This apogee (i.e. the reference point) is the one called regular or mean apogee». (fol. 119r)

LUNAR MODEL

Fig.a

the same inconsistencies. As a result, any alternative mathematical model had to be tested against the Ptolemaic observations and, in the long run, had to reproduce, as close as possible, the ptolemaic projected orbit of any planet. The whole project therefore, is to try to save Ptolemy from himself, and to render his astronomy to be more consistent with its own axioms. This attitude is indeed condescending for it implies that the problems in Ptolemy's astronomy can be fixed up, so to speak, and one did not yet need to search for a completely different set of axioms. That final search could have been achieved only when one felt that he had exhausted the possible modifications that could have been done on the received astronomical theory. From that perspective, ʿUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* is only but one of a long chain of modifications applied to ptolemaic astronomy before the final break that was only to come in the early seventeenth century.

a- ʿUrḍī's Treatment of the Ptolemaic Lunar Model

ʿUrḍī treats Ptolemy's lunar model in chapters twenty-two (fol. 118 r) to twenty-five (fol. 121r), covering some thirteen folios. Chapter twenty-two is a straightforward exposition of the number of spheres involved in the construction of the Ptolemaic lunar model, their sizes, inclinations and relationships to one another. In effect, he describes the lunar model as consisting of four spheres: 1) the sphere of the nodes *(jawzahr)*, 2) the inclined shpere *(al-māʾil)*, 3) the deferent *(al-ḥāmil)*, and 4) the epicycle *(al-tadwīr)*.

In chapter twenty-three, ʿUrḍī continues the ptolemaic exposition by describing the particular movements of the spheres discussed in the previous chapter. Here, for example, he gives the mean motion of each sphere, and the value of its inclination with respect to the others.

Essentially the inclined shpere and that of the nodes move the apogee clockwise --text: in the direction opposite to that of the signs-- while the eccentric deferent moves by the same amount the center of the epicycle counterclockwise --text: in the direction of the signs-- in such a way that the deferent's motion is uniform around the center of the universe and not its own center. The epicycle itself moves clockwise around its own center in a uniform motion that is measured from a slanted diameter that passes through the center of the epicycle and the prosneusis point *(muḥādhāt)*.

As he describes these movements, ʿUrḍī begins to hint that one should not take this model at face value. He says, for example, when he describes the motion of the deferent that «its motion is uniform with respect to the center of the universe according to their opinion (i.e. Ptolemy and his followers); thus it must be necessary for it to move at a variable speed around its own center». (fol. 119r). In such a subtle way he dissociates himself from the opinion of Ptolemy and his followers. Moreover, towards the bottom of fol. 119r, ʿUrḍī sums up his exposition by saying:«This is the opinion of both the ancients and the moderns concerning the spheres of the moon and their motions. They also believe that the straight line joining the mean epicyclic apogee and the epicyclic center passes [when extended] by a point close to the perigee of the deferent and on [the extension of] the line that connects the center of the universe with the center of the deferent.The distance of that point from the center of

error not corrected by any of the extant versions of the *Planetary Hypothesis*[47]. When quoting that number, ᶜUrḍī does not only correct it to 8528 Egyptian years, without further ado, but rather renders the fractional parts in a different form, namely وثلث يوم وخمسي جزء من جزء من ستين a form not known from any of the extant copies of the *Planetary Hypothesis.* Was ᶜUrḍī then simply correcting one of the extant copies of the *Planetary Hypothesis,* and taking the same editorial liberties with its language that he took with the *Almagest*, or was he using a yet unkown version that was superior to the extant ones? In light of his better documented treatment of the *Almagest*, analyzed above, I suspect the former case was true, and that ᶜUrḍī was only after the intent of the text and not the language.

The Technical Contributions of ᶜUrḍī

This section is not to be understood as a substitute for a full technical commentary on the work of ᶜUrḍī, for that is projected to accompany the English translation which is forthcoming in a separate volume. The following summary is intended, however, to serve two purposes: first, to guide the English reader to the high points of the text, so that with as little help as possible in Arabic the reader could locate the relevant material in the text; and second, to give an overview of ᶜUrḍī's approach to the problems in the *Almagest* that he had already isolated.

The method used by ᶜUrḍī is to assume that his reader does not know Ptolemaic astronomy. Thus he felt he was under obligation to give in each case a clear and brief statement of that astronomy. But during his exposition of Ptolemy's astronomy, every time he would reach an objectionable point, he would briefly warn the reader about it, and leave it at that. At the end of each section, he would go back to respond to these objections and to propose his own alternative views on the subject under discussion. As a result, this method led ᶜUrḍī to react to the Ptolemaic texts as he was expounding them, and thus makes it difficult to point to a specific section where one could quote separately and say that it contained the sum total of ᶜUrḍī's objections to Ptolemy's astronomy. For a full appreciation of ᶜUrḍī's position therefore, the English reader will have to wait for the projected English translation of this text. In the meantime, one can isolate the technical modifications to ptolemaic astronomy, in an attempt to relate them to later astronomical works; thus enabling us to appreciate the historical impact of ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah*

To start with, we noted earlier that ᶜUrḍī accepted without question the basic axioms of Greek astronomy, especially that the heavenly bodies move in circular uniform motion, and that the unmovable center of the universe is the center of the earth itself. ᶜUrḍī also accepted the validity of the Ptolemaic planetary observations as quoted in the *Almagest.* What he objected to, were the mathematical models that Ptolemy devised to describe the motion of the planets. For, according to ᶜUrḍī, these models violated the accepted axioms of natural philosophy --including the axiom of uniform circular motion-- and should be replaced by a set of models that described equally well the same observed positions of the planets, but were not blemished with

(47) Ibid., p. 15.

Isḥāq-Thābit, Paris fol. 86v, and Hajjāj, BM, Add. 7474, fol. 119r, have 626 Egyptian years written out in words ستماية وستا وعشرين / ستماية وستة وعشرين leaving very little doubt as to the mistake being due to a scribal error in the copies we have at hand. ᶜUrḍī must have felt that he could correct such a mistake in the text without blaming Ptolemy himself for it, for nowhere does he criticize him for such mistakes; as if he felt that such mistakes were due to the transmission of the *Almagest* text rather than to the original composition.

Still, in another place ᶜUrḍī must have felt that he could improve on the clumsy wording of the Isḥāq-Thābit version of the *Almagest*. In a long quotation from XIII,2 of the *Almagest*, ᶜUrḍī recasts that whole section as can be seen by comparing it with the full quotation from Isḥāq-Thābit version that is copied in the note (fol. 149r p.515). Here, we single out two key sentences that are especially difficult to understand in the original text of the *Almagest*. In the first, Ptolemy says when he is talking of heavenly movements[45]:

إذ كان ليس فيها طبيعة مانعة ولا عائقة أصلاً بل طبيعتها موافقة لأن تطاوع وتوانى (؟) وتنقاد. للحركات الطبيعية لكل واحد منها

ᶜUrḍī renders this by saying:

اذ لم يكن فيها طبيعة واحدة مانعة من ذلك، لكن مقدرة مهيأة للنفوذ والتحريك.

In the second instance Ptolemy's text says:

ان سهولة السلوك ليست انما هي في الدوائر الجزئية فقط بل في الاكر انفسها ايضاً وفي محاور دورانها

which is rendered by ᶜUrḍī as:

وليس إنما ذلك في أفلاكها الجزئية لكن في أكرها أيضاً وفي سهامها التي تدور عليها.

These instances, and the many others referred to in the notes accompanying the edition should be convincing enough that ᶜUrḍī felt that he was responding to the intent of the *Almagest*, and not simply squibling over scribal or semantic deficiencies.

The other ptolemaic text that ᶜUrḍī includes in his critique is the *Planetary Hypothesis*. And this one too, he treated in the same way he treated the *Almagest*. Because of that, however, one can not tell for sure whether it was ᶜUrḍī himself who corrected the mistakes found in the extant versions of the *Planetary Hypothesis* or that he was using an already corrected version hence superior to the extant versions published by B. Goldstein[46]. This becomes very clear in the following instance: While computing the number of Egyptian years resulting from 8523 tropical years, Ptolemy gets 9528 Egyptian years, 277 days, 20 minutes and 24 seconds which is an obvious

(45) British Museum Ms. Add. 7475, fol. 203v, and Tunis Ms, Bibliothèque Nationale Arabe, 7116, fol. 218v.

(46) B. Goldstein, «The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypothesis,» *Transactions of the American Philosophical Society*, no. 57 (1967).

and the text in *B* and *M*:

وهذا السطح المائل يقع فيه حركتان مستويتان متضادتان تكونان جميعاً حول مركز البروج احداهما تدير مركز التدوير على توالي البروج والأخرى تدير مركز الخارج المركز والبعد الأبعد الى خلاف التوالي.

It is obvious that ᶜUrḍī first edited the Isḥāq-Thābit version to render it as it is quoted in *Q*, and then he edited it further to produce the text of *B* and *M*.

Once it was noted that ᶜUrḍī was not quoting the Isḥāq-Thābit version, it was thought to be interesting to determine how else he was using that *Almagest* copy. After studying the passages quoted, it became clear that ᶜUrḍī did not feel any special veneration for the text or its authority. He essentially treated it in the same way he would have treated any other source, namely preserving its intent, but feeling free to edit the language. To facilitate the identification of the edited parts, the words or phrases that were either added to *Q* or neglected from it were bolded in the above quotation.

After such systematic checks, it was concluded that ᶜUrḍī was using primarily the Isḥāq-Thābit version of the *Almagest*, but not exclusively. He seems to have had both versions to work with and to have selected the terminology that he thought reflected the contents of the text best, irrespective of the source of this terminology. He did not refrain, for example, from inserting the terminology used by Hajjāj into a basic format and sentence structure that is Isḥāq-Thābit's. The other possibility that ᶜUrḍī was using one of the versions of the *Almagest* that are no longer extant, and that itself combined the version of Hajjāj with that of Isḥāq-Thābit, was ruled out for we have seen him editing the text of the *Almagest* even when he had already quoted it in *Q* in his effort to produce *B*, *M*.

This conclusion was further confirmed after studying ᶜUrḍī's attitude to the text of the *Almagest*. He felt at times that the text needed some explanatory phrases, and thus did not hesitate to insert such phrases at the appropriate places as he deemed it necessary. On fol. 124r, for example, ᶜUrḍī quotes the *Almagest*:

وأما الحركتان الباقيتان اللتان تكونان باستواء، **بمعنى أنها تقطع في الأزمان** المتساوية قسياً متساوية، حول مركزه .

which was in the Isḥāq-Thābit version, Paris, fol. 83v:

وأما الحركتان المتقابلتان اللتان تكونان باستواء على نظير خط ها حول مركزه .

It is obvious that ᶜUrḍī did not only feel he could improve the *Almagest* text by replacing المتقابلتان by الباقيتان , but that he also felt that the word استواء needs to be explained here, hence the insertion of the bolded phrase.

In another instance, ᶜUrḍī felt that the text of the *Almagest* was erroneous and needed to be emended. On fol. 128r, ᶜUrḍī correctly computes the number of years separating a lunar eclipse observed by Hipparchus from the Nabonassar Epoch to be 620 Egyptian years, 219 days and 3/4 of a day. Both versions of the *Almagest*,

But certain key words in this passage assume the knowledge of the Hajjāj version. These are: متبحراً versus محباً للعناية ومتبحرين versus بالبحث والعناية , يجدد versus يجددوا , ولا يستحي versus ولا يستحيوا . These key words do not appear in the Isḥāq-Thābit version, although the general style of the text seems to be modelled after the latter version.

In light of this evidence, a second hypothesis was formulated, namely, that ᶜUrḍī was using an edition of the *Almagest* better known as a *taḥrīr* or a *tafsīr* or some such name in which both versions were used. Such a *taḥrīr* was written by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī. And a quick comparison ruled it out immediately for ᶜUrḍī's quotations seemed to be still considerably closer to the original wording of the *Almagest* as we will see below. Was there another *taḥrīr* or *sharḥ* that ᶜUrḍī could have used? The answer is positive, for we know of at least two: one by Nayrīzī and another by Ibn Sīna[43] that were known as *tafsīr* or *talkhīṣ*. The text of Nayrīzī is not available for comparison, but that of Ibn Sīnā, as preserved in the *Shifā'*, now in print[44], is definitely not the candidate.

Before undertaking the arduous task of checking every *taḥrīr, tafsīr, talkhīṣ* or the like, that ᶜUrḍī could have used, it was thought advisable to check if it were possible to determine such a source at all. The question was: What are the chances that we could locate a source text that ᶜUrḍī would be quoting with enough fidelity to allow a positive identification of such a text? The lucky situation of having two versions of ᶜUrḍī's work itself helped determine the futility of such an extended and time consuming search. It was thought that if ᶜUrḍī himself quotes Ptolemy in Ms *Q* from whatever source he could get it, and then went ahead and edited the quotation as well when he edited his own text to produce the text of *B*, *M*, then it would be highly unlikely that he would not do the same to an already edited version of the *Almagest*. The search was then reduced to checking every quotation of the *Almagest* in *Q* to see if it survived intact in *B* and *M*. The problem was resolved with the following quotation: Compare *Q*, fol. 17r:

وهذا السطح المائل يقع فيه حركتان مستويتان متضادتان تكونان جميعاً حول مركز فلك البروج إحداهما تدير مركز التدوير على توالي البروج لازمة للحركة في العرض والأخرى تدير مركز الخارج والبعد الأبعد الى خلاف التوالي.

with Isḥāq-Thābit version, Paris, 2482, fol. 83r:

فهذا السطح المائل نضع فيه حركتين مستويتين متضادتين تكونان جميعاً حول مركز فلك البروج احديهما (sic) تدير مركز فلك التدوير على توالي البروج لازمة للحركة في العرض، والأخرى تدير مركز الفلك الخارج المركز الذي يوجد في هذا السطح وبعده الأبعد، وعلى هذا الفلك يكون ابداً مركز فلك التدوير وادارتها له قدماً للبروج.

(43) Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttumus*, vol. 6, pp. 90-94.

(44) ابو علي الحسين بن عبد الله بن سينا، الشفاء: الرياضيات، ٤ ـ علم الهيئة، تحقيق محمد ر. مدور وإمام أ. أحمد (القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٨٠).

Here again, it is obvious that the preferred version, inspite of its clumsiness, as in the case towards the end of this quotation, is that of Isḥāq-Thābit rather than the clearer version of Hajjāj. Instead of تفضل به الحركة في الطول الحركة في العرض where one does not really know from the Isḥāq-Thābit version which movement is to be subtracted from the other, Hajjāj indicates clearly زيادة حركة العرض على حركة الطول i.e. the longitudinal movement is the smaller, hence to be subtracted from the latitudinal one.

From such instances it was clear that ᶜUrḍī was opting for the Isḥāq-Thābit version even when it were syntactically inferior to that of Hajjāj. The hypothesis was then formulated that he either did not have the Hajjāj version at his disposal, or that the Isḥāq-Thābit version was highly esteemed to have become the authoritative version. As we will see below, the hypothesis was proven to be false, for ᶜUrḍī had access to the Hajjāj version, and as far as the authoritative character of the Isḥāq-Thābit version was concerned, one has to stretch the term authoritative to include editorial changes if one wants to hold such a hypothesis.

First consider the evidence for the accessibility of the Hajjāj version. Compare *Kitāb al-Hay'ah*, fol. 156v:

وينبغي لمن يطلب هذا العلم إيثاراً منه للحق وكان متبحراً فيه محباً للعناية به أن يجدد تصحيح ما قاله القدماء في ذلك بما يتهيأ له ولا يقتصر على ذلك دون أن يصحح خطأ ان كان في شيء مما وضعه هو، وكذلك يفعل ان اوقفه غيره على خطئه ولا يكبر ذلك عليه ولا يستقبح ذلك ولا يستحي منه لكن يرى الذي يجده من ذلك تأييداً أيد به من عند الله عز وجل، إذا كان اصابة الحق فيه امراً جليلاً فلا يكمل بشخصٍ واحد بانفراده بل بمعاضدة من غيره.

with the Hajjāj version, BM, Add. 7474, fol. 98v:

ينبغي لطالبي هذا العلم بالبحث للحق بالحقيقة والمتبحرين فيه بالبحث والعناية الاّ يجددوا تقويم الجهات المتقادمة فقط مما وضعه القدماء بما يجدون من الأرصاد التي شك فيها أو فقوموا خطأ ان كان في شيء مما وضعوه هم ولا يستقبحوا ذلك ولا يستحيوا منه لأن الأمر الذي يتسلم هذا العلم إليه أمر سماوي جسيم من أمور الله تعالى ومقاديره وإن لم يكن تقويمهم من أنفسهم فقط ولكن من تقويم غيرهم لهم الى ما هو أحق وأصدق.

with the Isḥāq-Thābit version, Paris, Arabe 2482, fol. 75v:

فإنه قد يجب على من شرع في هذا العلم شروع مؤثر للحق على الصحة وسلك طريق البحث والتحصيل الا يقتصر على استعمال الأبواب التي تتخذ له المؤدية الى الأمر الذي لا شك فيه في تصحيح الأصول القديمة فقط بل يستعملها أيضاً في تصحيح ما يعتقده هو من الأصول ان كانت سبيلها تلك السبيل والاّ يستقبح ذلك في . . . ما يتضمنه هذا العلم إذا كان أمراً جليلاً إلهامياً لا يصل بنفسه وحده الى الأمر الصواب فيه على الحقيقة بل يستعين ذلك بغيره.

It is obvious from such quotation that neither version was considered authoritative in the strict sense of the word, and not to be edited or tampered with.

By comparing ᶜUrḍī's text, fol. 121v:

يتوهم في كرة القمر فلك مركـزه مركـز البروج، وهـو في سطحـه، وفلك آخر مـائل عن هـذا الفلك حسب مجاز القمر في العرض، يتحرك دوراً على استواء قدماً حول مركـز البروج ومبلغ حـركته مقـدار فضل الحركة في العرض على الحركة في الطول.

with the Isḥāq-Thābit version, Paris, Arabe 2482, fol. 67r:

ليتوهم في كرة فلك القمر دائرة مركزها مركـز فلك البروج، وهي في سـطحه، وفلكـاً آخر مـائلاً عن هذا الفلك على حسب مقدار مجاز القمر في العرض يتحرك دوراً على استواء الى خلاف تـوالي البروج حول مركز فلك البروج ومبلغ حركته بمقدار فضل الحركة في العرض على الحركة في الطول.

with the Hajjāj version, British Museum, Add. 7474, fol. 88v continues 84r.

ونتوهم في كرة القمر دائرة أخرى يكون مركزها [84r] مركز فلك البروج وتكـون في سطحـه، ونتوهم دائرة أخرى مائلة عن هذه الدائرة بقدر مجاز القمـر في العرض وبعـده، ويكون مـركزهـا أيضاً مـركز فلك البروج تدور عليه باستواء الى خلاف توالي البروج بقدر حركـة القمر في العـرض على حـركته في الطول.

it was obvious that ᶜUrḍī was using the Isḥāq-Thābit version, but with some editorial liberties such as replacing كرة فلك القمر by كرة القمر , دائرة by فلك . فلك البروج by البروج , الى خلاف توالي البروج by قدماً , etc. Otherwise, it was found that ᶜUrḍī adheres closely to the Isḥāq-Thābit version.

Another instance shows that even ᶜUrḍī's terminology while editing the Isḥāq-Thābit version is itself derived from the same version. Note the use of قدماً that ᶜUrḍī inserted in the previous quotation to render الى خلاف توالي البروج in both versions. That word itself comes from the Ishāq- Thābit repertoire as we see next.

Compare *Kitāb al-Hay'ah*, fol. 121v:

لنتوهـم الفلك الموافق مركزه لمركز فلك البروج في السطح المائل الذي للقمر يتحرك قدمـاً كما كنـا قلنا من قبـل بسبب العرض حـول قطبي الـبروج بالمقـدار الذي تفضـل به الحـركة في الـطول الحركـة في العرض.

with Isḥāq-Thābit version, Paris Arabe 2482, fol. 83r:

لنتوهـم الفلك الموافق مركزه مركز فلك البروج في السطح المائل الذي للقمر يتحرك قدمـاً كما كنـا قلنا أيضاً بسبب العرض حول قطبي فلك البروج بالمقدار الذي به تفضل على الحركة في الطول الحركة في العرض.

with that of Hajjāj, B.M. Add. 7474, fol. 112r:

نتوهم في سطح فلك القمر المائل فلكاً يكون مركزه مركز فلك البروج ويكون تقدمه كما كـان أولاً من أجل العرض على قطبي فلك البروج بقدر زيادة حركة العرض على حركة الطول.

found from which every apparent irregularity would follow while everything in itself moved uniformly, just as the principle of perfect motion requires»[42].

The Source of ᶜUrḍī's Astronomy

To stress the fact that ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* is essentially a critique of Ptolemy's astronomy as propounded in the *Almagest* and the *Planetary Hypothesis* one should note the following statistics: ᶜUrḍī mentions Ptolemy by name 145 times, and refers to the *Almagest* either directly by name or by content sixty-two times and to the *Planetary Hypothesis* thirty-seven times. All the ancient authorities that he mentions such as Hipparchus, Euctemon, Archimedes, etc, are all taken from the *Almagest*, and at times, as in the case of Hipparchus mentioned more than twenty times.

Compare that to the very few times ᶜUrḍī mentions other astronomers such as Ibn al-Haytham, twice; Jābir Ibn Aflaḥ; once; Kharaqī, three times; Zarqāla, three times; and at best he mentions them to blame them for doubting Ptolemy's astronomy when they did not have any alternatives of their own to offer. There is no need to labor this point any further, except to say that although ᶜUrḍī was aware of his predecessor's works, he did not think much of them, ans still felt that he had to tackle ptolemaic astronomy from scratch.

The next question that is relevant at this point is: How did ᶜUrḍī know of Ptolemy? Since he did not read Greek --there is no indication that he did-- which of the translations of Ptolemy's work did he consider reliable to be used in his critique? Further, how did he treat the sources once they were available to him?

To answer these questions properly, a full linguistic study of the several translations of the *Almagest* that were available as early as the first part of the ninth century, should first be made. Since no such study has ever been done, and the *Almagest* translations have never been edited, all we can do at this point is to try, as much as possible, to establish some educated guesses and leave the full answers for future research.

Concerning the *Almagest*'s version that ᶜUrḍī was using, an attempt was made to locate the exact place in the available translations that ᶜUrḍī was assumed to be quoting, and try to compare them with the quotations in *Kitāb al-Hay'ah* to be studied from a linguistic point of view. Such a method proved to be fruitful since a good number of these quotations are long enough to allow some determination of the original source from which they were extracted. The *Almagest* copies that were used in this comparative study were: (a) The complete Hajjāj translation, preserved in Leiden, Or. 680, supplemented by the fragment, Book I-VI, in the British Museum Add. 7474; (b) The Isḥāq-Thābit translation as preserved completely in the Ms of the Bibliothèque Nationale of Tunis 7116, supplemented by two fragments: (i) Paris, Bibliothèque Nationale, Arabe 2482, Books I-VI, and British Museum Ms Add. 7475, Books VII-XIII.

---

(42) Ibid., p. 435.

arrangement of the planets in which Venus was found to be above the sun if one were to strictly use Ptolemy's parameters.

5- Finally, the main objection to Ptolemy's theory of latitude lies in the fact that Ptolemy assumed in the *Almagest* XIII, 2 and 3, that the epicyclic diameters of Venus and Mercury undergo motions called «inclination»,«slanting». The Arabic translators of the *Almagest* used several terms to describe these motions, calling them *mayl, inḥirāf,* or *wirāb*. Two of these terms, *mayl* and *inḥiraf*, were used in the title of the work of Abu ᶜUbayd al-Jūzjani[37], together with a third term, *iltiwā'*, signalling the fact that this problem was already identified in Avicenna's circle, and was known even then to be in violation of circular motion. Ibn al-Haytham[38] and Ṭūsī[39] use all of the above terms to describe the latitude of the inferior planets and they add to them the term *iltifāf*. To assume that such motions as belonging to the heavenly bodies, meant that one had to assume a motion that is not itself circular or resulting from circular motion; such motion is in direct contradiction with the accepted premises.

These were the major issues that ᶜUrḍī felt that they gave him enough reasons to attempt his reform of Ptolemy's astronomy. As we have seen, these were not the only problems with that astronomy, nor was ᶜUrḍī the only astronomer who attempted such a reform. The common motivation for all these reformers, however, was the attempt to save Ptolemy from himself, so to speak. All of these reformers wanted to believe the validity of Ptolemy's observations, and wanted to accept his premises, which, in turn, were essentially Aristotelian, but they felt like Ibn al-Haytham that one can describe «the movements of the planets with a consistent astronomy *(hay'ah ṣāliḥah)* using bodies that move in a continuous uniform circular motion without the contradictions *(muḥāl)* and the doubts *(shubhah)* that were in Ptolemy's astronomy[40].

It is of interest to note that the same motivation was behind the Copernican reform of Ptolemy's astronomy: «Nevertheless, the theories concerning these matters that have been put forth far and wide by Ptolemy and most others, although they correspond numerically [with the apparent motions], also seemed quite doubtful, for these theories were inadequate unless they also envisioned certain *equant* circles, on account of which it appeared that the planet never moves with uniform velocity either in its *deferent* sphere or with respect to its proper center. Therefore a theory of this kind seemed neither perfect enough nor sufficiently in accodance with reason»[41]. Copernicus continues: «Therefore, when I noticed these [difficulties], I often pondered whether perhaps a more reasonable model composed of circles could be

---

(37) G. Saliba, «Ibn Sīnā and Abū ᶜUbayd al-Jūzjānī: The Problem of the Ptolemaic Equant,» *Journal for the History of Arabic Science*, no. 4 (1980), pp. 376-403.

(38) ابو علي محمد بن الحسن بن الهيثم، الشكوك على بطليموس، تحقيق عبد الحميد صبرة ونبيل الشهابي؛ تصدير ابراهيم مدكور (القاهرة: مطبعة دار الكتب، ١٩٧١)، ص٤١ و٥٢.

(39) Naṣīr al-Dīn Ṭūsī, *Al-Tadhkirah* (Leiden, Or. 905, fol. 42r).

(40) ابن الهيثم، المصدر نفسه، ص ٣٤.

(41) N. Swerdlow, «The Derivation and First Draft of Copernicus's Planetary Theory: A Translation of the Commentariolus with Commentary,» *Proceedings of the American Philosophical Society*, no. 117 (1973), p. 434.

making the moon approach the earth at quadrature by almost half the distance it maintains at the syzygies. For if Ptolemy's model were true to reality, then the moon would look twice as big at quadrature. In a sense, this result of Ptolemy's model is the only glaring contradiction with common sense, and it is surprizing that no one had attacked him for it before.

If we assume the reader's knowledge of Ptolemaic astronomy, as it is concisely described in Neugebauer's *Exact Sciences in Antiquity*, Appendix I[35], and more elaborately in the same author's *History of Ancient Mathematical Astronomy*[36], then we can simply list the issues that ᶜUrḍī found to be problematic in this astronomy. These issues were:

1- The prosneusis point of the moon, which was found to be in violation of the circular motion axiom. For as a result of that point the first equation of the moon seemed to be caused by a body that oscillates back and forth without ever completing a circle. Moreover, because it was not a fixed point with respect to the variable it was supposed to establish its measure, namely the uniform motion of the epicycle itself-- for the lunar anomaly is measured from the line joining the prosneusis point to the center of the epicycle-- how could one, ᶜUrḍī asks, use it as a reference point?

2- ᶜUrḍī could not accept the fact that in Ptolemy's model of the moon the deferent describes uniform motion around the center of the universe. For then it will necessarily move non-uniformly around its own center. The argument is essentially simple: If a circle moves uniformly around one point, it will have to move non-uniformly around any other point (fol. 157v). Ptolemy knew this argument, for he used it to establish the eccentric sphere of the sun in the first place. There he argued, since we observe the sun to move non-uniformly, the sphere that carries the sun in uniform motion must then be eccentric to the center of the universe. And yet Ptolemy made the deferent of the moon move uniformly around a point away from its own center. Although it is never stated by ᶜUrḍī as such, such motion is physically impossible. He only says that it is like the equant, imaginary, and could not be carried by physical spheres (fol. 154v).

3- The equant, as stated above, was the most objectionable in Ptolemy's astronomy simply because it violated the basic principle of circular motion. «It is not possible,» ᶜUrḍī argues, «according to this opinion (i.e. Ptolemy's) that the equant could have a spherical body moving uniformly around the center of the equant. Equants are therefore imaginary circles, and imaginary circles, like imaginary lines, do not move uniformly, nor do they move otherwise». (fol. 154v-155r).

4- Ptolemy's inconsistencies in regard to fractions involved in planetary distances, and his disregard for the sizes of the planets themselves have necessitated the recomputation of the whole section on planetary distances, thereby producing a new

(35) Otto Neugebauer, *The Exact Sciences in Antiquity*, 2nd ed. (Providence: Brown University Press, 1957), pp. 191-207.

(36) Otto Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York: Springer Verlag, 1975), pp. 21-256.

dating as far back as the early part of the 12th century if not earlier. The names of Ibn al-Haytham, Abu ᶜUbayd al-Jūzjānī, Jābir Ibn Aflaḥ, and al-Biṭrūjī should be recalled in this regard for each of these astronomers has written a text criticizing Ptolemy's astronomy in one respect or another.

This tradition did not stop with ᶜUrḍī either, for we have direct evidence that Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī and Ibn al-Shāṭir all worked within the same tradition. An indirect reference, namely a quotation by Ibn al-Shāṭir, the latest of these astronomers, connects Yaḥya b. Abī al-Shukr al-Maghribī to this movement. Several other titles mentioned in the introduction and conclusion of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī's *Nihāyah* are said to have been written in the same tradition. This is not idle speculation, for Shīrāzī himself seems to have used these works in the preparation of his *Nihāyah*.

Later on, between the fifteenth and the seventeenth centuries, the objection to Ptolemy became codified and were isolated in separate texts, called *Ishkālāt* (Doubts). One such text by Ibn al-Akhawayn survives in a Ms now held in Vienna's national Library No. 1422. Another list of these *Ishkālāt* is given in the so called *al-Hay'ah al-Manṣūriyyah*, a copy of which is kept at Khudabakhsh Public Library, Patna, India, shelf No. 2041.

For ᶜUrḍī though, the main problem he took issue with, and to which all other problems could be related is the lack of consistency in ptolemaic astronomy. What he seems to be doing is an attempt to save Ptolemy's intention by finding an alternative astronomy based on the same axioms and observations that Ptolemy accepted, but that does not violate the essential consistency between the theoretical mathematical models and the accepted natural and physical axioms. To illustrate, one should not accept the equant circle as described by Ptolemy simply because it is necessitated by observation at the expense of violating elementary physical principles, namely, forcing a sphere to move uniformly around an axis which does not pass through its center. If Ptolemy's observations were valid, and ᶜUrḍī assumed they were, and if the axioms about the sphericity of the universe and the uniform motion of the planets were accepted, which ᶜUrḍī also accepted, then one should be able to devise mathematical models that preserve the axioms, and still meet the observational requirement of the effect of the equant. It is in this last model-building procedure that ᶜUrḍī finds Ptolemy's work wanting, and that he was just as qualified to propose new models of his own.

After surveying most of the literature in this tradition, it seems that most writers were following the same path. Only Ibn al-Shāṭir, as far as we know, was to raise the additional requirement that it is not enough to just invent models that satisfy the axioms and the observed longitudes and latitudes of the planets, but that one should also find models that only use a combination of concentric circular motions. For example, even if one were to devise a model for the moon that avoids the problem of the prosneusis point and the problem of having the deferent move uniformly around the center of the universe, not its own center, still one should be able to produce that model without recourse to eccentric shperes. As a result Ibn al-Shāṭir's lunar model gives a better representation of the reality, and avoids the Ptolemaic absurdity of

systematic about the use of the fractional parts, nor did he give due consideration to the sizes of the planets themselves. If one were to adhere to the Ptolemaic values, taking into consideration both the fractional parts and the sizes of the planets themselves, one would reach the same conclusion reached by ᶜUrḍī namely that Venus is above the sun and not below it. This problem had been studied by Noel Swerdlow(33), B. Goldstein and Nowel Swerdlow(34) and will be reviewed below.

In view of these and other problems in Ptolemy's astronomy, ᶜUrḍī felt free to say that if one were to tolerate such inconsistencies «one would not need to devise an astronomical configuration *(ᶜamal hay'ah)*, and his (i.e. Ptolemy) astronomy *(hay'ah)* itself would be groundless, and it would even be superfluous to assume more than one sphere for any planet» (fol. 155v). Similarly, «if one accepts such absurdities *(muḥāl)* in this discipline *(ṣinaᶜah)*, it would have been all in vain, and one would have found it sufficient to take only one concentric sphere for each planet, thus rendering eccentric and epicyclic spheres as superfluous». (fol. 157v).

It is for these considerations, that ᶜUrḍī felt that the whole Ptolemaic theory needed to be drastically reformulated. His *Kitāb al-Hay'ah* was written just to achieve that. For he says: «Once I read the books of the venerable Ptolemy and grasped his purposes, and found in these books things that are contrary to the principles and to the assumptions that he himself had accepted when he started in this science, and also found the authors of astronomical texts following him in that regard and imitating him like common folk, copying his very words, both the true and the false, without any examination or verification, I then took it upon myself to expound what they were ignorant of and to elaborate that which they neglected». (fol. 156r).

It is noteworthy that most of these problems in Ptolemy's astronomy were also objected to by Copernicus and that he thought that they were enough reason to reform that astronomy in a similar drastic manner. As we will see below, the technical alternative to Ptolemy's model for the upper planets is essentially the same in ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* and in Copernicus's *De Revolutionibus* V, 4. But at this point one could say, that no medieval astronomer up to and including Copernicus who understood Ptolemy's astronomy well, and was interested in more than the mere act of «saving the phenomena» in practical terms, could remain silent about these inconsistencies in the Ptolemaic theory. Modern research is beginning to uncover that the number of astronomers who spoke out is much larger than it was thought to be. And as we will show below, ᶜUrḍī's work was not unique in this regard in Arabic astronomy, but that it was one of several works written with the same object in mind.

d- *Kitāb al-Hay'ah* and History of Astronomy.

We have seen above that in some sense one could talk of *Kitāb al-Hay'ah* as being written within a tradition of astronomical literature that was critical of Ptolemy,

---

(33) Swerdlow, «Ptolemy's Theory of the Distances and Sizes of the Planets: A Study of the Scientific Foundation of Medieval Cosmology».

(34) Goldstein and Swerdlow, «Planetary Distances and Sizes in an Anonymous Arabic Treatise Preserverd in Bodlean Ms Marsh 621».

I was then prepared to accept the divine abundance and thus was inspired with the beauty of the truth. My thanks and gratitude are to God, for the success that He has inspired.

The first thing I did was to correct the movements of the lunar (model), by mending the faults that had caused the aforementioned inconsistencies *(muḥālāt)*. Once I managed to find the true movements of the moon that accord with the principles *(muqtaḍā al-ḥikmat)* and the observations that Ptolemy himself had used, I went on to correct the movements of the (model) of the five planets especially with respect to the equants that he had mentioned when he said that the uniform motions of the epicyclic centers take place with respect to these equants, and that the diameters of these epicycles are directed towards these equants inspite of the fact that these epicycles are carried by deferents that are eccentric to these equants». (fol. 149r).

The project that he undertook, therefore, was not «to disagree with him (i.e. Ptolemy) in any matter that is mathematically demonstrable *(burhāniy)* or observational *(raṣdiy)*, but only in matters that he arrived at by speculation, and thus contradicted the (accepted) principles». (160r). For if Ptolemy does not have the power of mathematics, as a demonstrative science, nor the observations, that are the hard facts, to back him up then: «he has no priority over anybody else in regard to speculation *(ṭariq al-ḥads)* especially when his mistakes had been made evident. And if someone else could propose an alternative that agrees with the principles and matches the observations in the particular movements for each planet, then that person would have a better claim on the truth». (fol. 167v).

In summary, ʿUrḍī felt that Ptolemy had erred when he proposed the prosneusis point for the moon, and made the moon's epicycle describe uniform motion around the center of the universe rather than the center of its own deferent. He also erred when he introduced the equants in the model of the upper planets and that of Mercury, for «equants are imaginary circles, and imaginary circles, like imaginary lines, do not move at all, neither uniformly, nor otherwise». (fol. 154v-155r). And since Ptolemy himself had assumed «that these motions are produced by bodies *(ajsām)*, then it is clear that his opinion is contrary to the principles that he himself had accepted about the nature of the heavens». (fol. 148v). «But once he found it difficult to propose a theory that agrees with the principles that are appropriate to the nature of the heavens, he resorted to rhetorical devices *(khiṭābah)* when apologizing for having to accept approximative procedures that he thought were difficult to establish precisely; that he did in several places in Book IX, and XIII,2 of the *Almagest*». (fol. 148v). Moreover, Ptolemy's opinion in the *Planetary Hypothesis* that the planetary movements could be described by spherical slices *(manshūrāt)* rather than full spheres is even uglier *(aqbaḥ)*, for «he would then still have the contradiction that these slices do not move uniformly around their own centers, and in addition, he will have to accept sections of shperes that are not uniform in shape, which is contrary to natural science». (fol. 155v).

In two long sections, 165v-166r and 180v-187v, ʿUrḍī disagrees with Ptolemy about the way the latter computed the planetary distances, for he was neither

But in the introduction ʿUrḍī does not state why he undertook the writing of *Kitāb al-Hay'ah* itself, nor is there in the text itself any further mention of the Divine, or the proof of His existence. One has to read the whole work and extract from it the reasons why ʿUrḍī thought that he had to write this book. Once the reader has been seduced to read the book through the conventional pieties in the introduction, he would then be led step by step into seeing the folly of Ptolemy's astronomy and the need to accept ʿUrḍī's as a better alternative.

Why did ʿUrḍī follow this style in writing *Kitāb al-Hay'ah*? My suspicion is that he did so for two reasons, namely: he was conscious of the fact that the study of astronomy, being long marred by association with astrology, needs to be justified on its own, thus devoting the introduction to a pious rehabilitation of astronomy. The second reason lies in his full awareness of the novelty of his work. He did not want his book to be identified as contrary to commonly held opinions and thus neglected from the very beginning. Instead, he wanted the reader to be introduced to Ptolemaic astronomy in the simplest pedagogical manner, and during the exposition of that astronomy, but only then, he wanted the reader to see the faults of such an astronomy, and finally to be shown that there was an alternative; the alternative, of course, was ʿUrḍī's astronomy as exposed in this text.

This strategy, ʿUrḍī thought, would best be suited for the kind of reader he had in mind. He did not want to object to Ptolemy's astronomy just for objection's sake as was done by Ibn al-Haytham and Jābir Ibn Aflaḥ before him. They, he claims, «have raised doubts (against Ptolemy's astronomy) and did nothing but raise these doubts. But upon my life, any reasonable man should give the benefit of the doubt to anyone who has been so famous for his virtue and not object to him without an indisputable evidence and a clear proof. But if, on the other hand, one were to find by unquestionable proof an error in anybody's work one should do his utmost to correct it, if he is able to do so. If he can not correct it, but still finds it possible to delineate the erroneous point and offer the right solution, then (by all means) he should not hesitate to reject the error, even if it were committed by the dearest person to him». (fol. 156v)

As much as he respects Ptolemy, ʿUrḍī finds himself at several points in Ptolemy's astronomy amazed by Ptolemy's inability to be consistent. He says: «When I studied both of his books, the *Almagest* and the *Planetary Hypothesis* and saw what they contained by way of marvellous ingenuity, and superb imagination, and I also saw in them enough proof of the abundance of his knowledge, I was amazed by him, being of such illustrious stature, how he would accept these opinions that are strange to this discipline. What surprized me more, however, is the persistence of this astronomy until this very day, despite the fact that there had been many authors and serious thinkers who dealt with it; all of them imitating him, and none of them ever correcting him in any way nor offering any alternative method. On the contrary, most people expended their efforts in following his doctrine, and the few who raised doubts, satisfied themselves just with doubt. Those who thought highly of him imitated him and said nothing else, and those who brought forth some doubts did not respond to (the doubt) nor did they produce anything of their own. But as I persisted to think of this matter, constantly pondering it in my mind, and exercising myself in it,

some of them indicate a reworking of the text[31]. Similarly, the present author had noted, for some time now, that the Sulaymaniyyah copy of Ibn al-Shāṭir's *Nihayat al-Sūl* is an early version for it is the oldest and the only one that has syntactical variants that were nowhere to be found in the remaining six extant manuscripts.

Without going into further details, we can now assume that the practice of reviewing one's work, re-editing it, or even re-writing it as ʿUrḍī did, was not a particular phenomenon associated with ʿUrḍī alone, nor was it any more peculiar to the Middle Ages than it is to our days.

b - The Date of Composition of Q

How does this excursus effect the date of composition of *Kitāb al-Hay'ah?* Since the text of *Q* was available in the early 1250's one has to assume that it was composed in the previous decade, i.e. in the 1240's. This is especially significant in light of the statement preserved even in the early version *Q* where ʿUrḍī confesses to having held back the publication of his book for a long time before he finally decided to put forth his radical ideas and level his comprehensive attack on Ptolemy's astronomy[32]. Moreover, if his statement about his work for al-Manṣūr, the Master of Ḥimṣ, places him in Damascus between 637 and 643 in the company of an accomplished astronomer, and in the service of a monarch, one would have to assume that he was already well established by then to be famous enough for a royal patron. And since *Kitāb al-Hay'ah* was his major work, one could assume that it gave him the fame he needed by the late 1230's early 1240's.

The only other source of information about the composition of *Kitāb al-Hay'ah* comes from the text itself. There ʿUrḍī quotes the longitude of the first star in Aries, the first of the two *Sharaṭain*, as being in his days --*fī zamānina*-- on the twenty-third degree of Aries --that same star has the longitude 6;40° in the *Almagest*. ʿUrḍī also quotes the apogee of Mercury as being *in his days* on the twenty-seventh degree of Libra. This information, however, can not help very much, for the phenomenon of precession is too slow to pinpoint dates, and the values themselves, as quoted by ʿUrḍī in full integers, are too crude to allow a more precise determination of the composition date.

In light of the available evidence, therefore, we must assume that the text was composed sometimes between 1235-1245, but not after that for the reasons discussed above. Unfortunately, the date could not, at this stage, be refined any further, and one has to wait for future research to accomplish that.

c- Motivation for the Composition of Kitāb al-Hay'ah.

The express purpose for writing on astronomy, as stated in the introduction of *Kitāb al-Hay'ah* is to supply «the proof for the existence of the Creator». Moreover, astronomy is the subject that «leads to the knowledge of the Divine, and the knowledge of the magnificence of the Creator, His wisdom, and His omnipotence.»

---

(31) Ibid., vol. 2, p. 118.
(32) Q, fol. 100v.

re-writing of *Q* now seems obviously related to a quest for brevity and to a refinement in the argumentation.

The only question that remains to be answered is the following: Since *Q* is a copy, and not the original autograph of ᶜUrḍī, as stated above, why would someone copy a text that is already re-edited in a better and briefer form as in *B* and *M*. The only possibility that could make sense, assuming the copyist of *Q* knew what he was doing-- and there is no reason to think otherwise -- is that the copy *Q* was made when the master copy of *B* and *M* was not yet produced. Since we have seen earlier that *B* and *M* derive from a text written before 1259, then *Q* was itself copied before then. To be on the conservative side, we assume the actual manuscript was executed in the early part of the 1250's. As we will see below, this date could possibly be pushed still earlier.

To confirm the hypothesis that once the text preserved in *B* and *M* was available, the text of *Q* was neglected, we note that Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī, who quotes ᶜUrḍī in his own work *Nihāyat al-idrāk*--which was composed around 1281(29)-- uses the text preserved in *B*, *M* and not the one in *Q*. Moreover, the son of ᶜUrḍī, who ought to know which of his father's texts is reliable, either copied or commissioned the text as in *B*, and not *Q*. The text preserved in *Q*, we must assume, became obsolete once the text of *B* and *M* was available, and what later became known as ᶜUrḍī's *Hay'ah* was the text preserved in *B*.

Now that we have argued for an early version of ᶜUrḍī's text in the early 1250's, if not earlier, we note that essentially the whole text was in a completed form by then. To avoid any futile speculation, and to allow the reader to participate in this rare phenomenon, of being able to witness the actual working of a medieval astronomer as he edits his own text, it was thought that this opportunity should not be missed, and the text of *Q* should be included in the edition rather than neglected as being already made obsolete by the 1250's, by the text of *B* and *M*. The only modification to the general editorial methodology, that was finally adopted, was to include in the form of appendices the longer sections of the text of *Q* that were heavily edited in *B* and *M*. This meant the inclusion of some 1200 words in the form of appendices together with the larger amount of variants in the critical apparatus. But in view of the historical importance of the text, and the desire to involve the reader in the work of a medieval astronomer, the extra labour was thought to be well spent.

Once the two-stage composition was discovered, it was interesting to investigate whether other astronomers treated their works in the same fashion. A quick check proved to be useful, for both Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, in his *Tadhkirah*, and Ibn al-Shāṭir, in his *Nihāyat al-Sūl* have done similar things. Even from the partial study of Ṭūsī's *Tadhkirah*(30) it was found that the Leningrad copy of the Ms presented variants that could not be easily attributable to scribal idiocyncracies. It was rather thought that

(29) G. Saliba, «The Original Source of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī's Planetary Model,» *Journal for the History of Arabic Science*, no. 3 (1979), pp. 3-18.

(30) F.J. Ragep, «Cosmography in the Tadhkira of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī,» (Unpublished Dissertation, Harvard University, 1982).

argument ᶜUrḍī intentionally took a value for the radius of the moon that is smaller than the one in the *Almagest*, namely, 0;17,30°, rather than the *Almagest* value that he quotes at other places as 0;17,40°, which is the maximum apparent diameter for the least distance at syzygy.

After writing the text of *Q*, ᶜUrḍī must have realized that he made a mistake, namely by adding the radius of the moon to the diameter of the shadow rather than adding the diameter of the moon. He also must have realized that the value 0;17,30° is for the moon at minimum distance and that one could conceivably make the condition stricter by taking the radius of the moon at its smallest value, namely, 0;15,40°, which is actually $\frac{1}{2}$ (0;31,20°), the size of the moon at its farthest distance. Moreover, suppose one intentionally reduces these parameters by an appropriate amount to make up for approximations taken at the various steps, would one still reach an absurd conclusion? The answer was in the positive. In the text of *B* and *M* ᶜUrḍī does just that.

ᶜUrḍī now formulates the argument thus: Suppose the diameter of the shadow is reduced to 9;40°, instead of 9;50°, and suppose the moon is taken at its least apparent size –i.e. when its radius is 0;15,40°– to be 0;15,20°, then

$$\frac{9;40}{2} + 0;15,20 = 5;5,20^\circ$$

which is still considerably bigger than the maximum latitude of the moon. The moon therefore must be eclipsed. And that was the required result.

Therefore the sun could not be equal to the earth; nor could it be smaller, for then the shadow would even be bigger than the one just computed and hence all the more reason for the moon to be eclipsed every month. Since none of these conditions occur every month, nor does the moon get actually eclipsed every month, the sun therefore must be larger than the earth.

Now that we have seen the basic shift in the argumentation between texts *Q* and *B*, *M*, it is easy to reconstruct how the train of thought was carried, for we note how the faulty equation

$\frac{9;50 + 0;17,30}{2} = 5;3,45$ was corrected, and refined to:

$\frac{9;40}{2} + 0;15,20 = 5;5,20$ which still proved the point much more convincingly.

After studying this chapter, there was no doubt left that the text preserved in *Q* was an earlier text, and that it was itself used to be reworked to produce the text preserved in *B* and *M*. That also explained most of the grammatical mistakes as in the above examples, and explained the anomalous reduction of a text of about 120,000 words to about 90,000 words, i.e. cutting it by one fourth. The motivation behind the

the pronoun was referring. This was clearly a case where *B* and *M* were dependent on *Q*.

2. On fol. 158r, *B* reads: إن كل خط مستقيم نقيم عليه خطان مستقيان متساويان . . .

This is the same text preserved in *M*, and obviously grammatically erroneous, for the object of نقيم can not be in the nominative as it is here with خطان and its adjectives. *Q* however, has the variant يقوم instead of نقيم, and thus had the correct nominative ending for خطان and its adjectives as the subject of the verb.

Here again, it seems that such a mistake could be explained by assuming the text of *Q* as being at the base of the text of *B* and *M*. ᶜUrḍī seems to have been again trying to refine the language by saying explicitly that the two straight lines are to be constructed rather than have the vague language of *Q* which has the two straight lines being set upon. Once the verb was changed from the intransitive to the transitive, the necessary change in syntax was neglected, and hence the resulting mistake.

3. On a much larger scale, ᶜUrḍī seems to have edited whole chapters of his original text to make the arguments more consistent or even to introduce stricter conditions in the proof. The best example of that kind of reworking of *Q* is shown in the chapter designated as chapter thirty in *Q*, and appended to the edition as appendix 2 (fol. 138v-139r).

In this chapter, the object is to prove that the sun is larger than the earth. The main line of argument is, by a *redactio ad absurdum,* to say that if the sun were equal or smaller than the earth, then the moon would be necessarily eclipsed once a month when it is in opposition to the sun. Since that does not happen, then the sun must be larger than the earth.

The argument in *Q* proceeds as follows: show that the sun can not be equal to the earth, and then show that it would even be more absurd to think that it is smaller. To negate the equality, ᶜUrḍī says: if the earth were to be as big as the sun, then the shadow of the earth would be cylindrical, and at the farthest distance of the moon from the earth, the radius of that cylindrical shadow would be 9;50°. He obviously arrived at this number by the following computation which is not mentioned in the text. One knows from the *Almagest* V, 16, that the maximum distance of the sun from the earth is approximately (18+1/2 + 1/3) times the maximum distance of the moon from the earth (*Almagest* actually has 18 4/5). ᶜUrḍī also knew that at that distance both the sun and the moon looked the same to an observer on the earth, thus both having an apparent diameter of 0;31,20°. Therefore, the size of the sun, and thus the diameter of the cylindrical shadow it generates with the equally large earth, should be:

$(18 + 1/2 + 1/3) \times 0;31,20 = 18\,5/6 \times 0;31,20 = 9;50,6^\circ$, which ᶜUrḍī takes to be 9;50°.

Then ᶜUrḍī says: if we add to the diameter of the shadow the radius of the moon, 0;17,30, and divide the sum by two, the result would then be 5;3,45°. The resulting value is greater than 5° which is the maximum latitude of the moon. Therefore, the moon can not «escape» the earth's shadow, and must be eclipsed. Note that in this

Independently of that discussion, the date of composition of ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* is of interest on its own. And although we lack clear reference to that date, it is still useful to collect all the information that we now know. The date of composition itself is further complicated by the fact mentioned above, without discussion, that ᶜUrḍī wrote his *Kitāb al-Hay'ah* in two versions: An early one preserved in *Q*, and a later one preserved in *B*, and *M*. Discussing the date of composition therefore, leads necessarily to a discussion of the date of composition of both versions. But before doing so the two-version composition should be discussed first; that is done in the following section.

a- The first version of Kitāb al-Hay'ah preserved in *Q*

As the collation of the three extant Mss, on which this edition is based, was begun it was immediately noticed that *Q* was definitely derived from a stem quite different from the one used by *B* and *M*. At first it was thought that the variants were the normal variants due to scribal recensions. But it was soon realized that the variants were also at times even stylistic, and thus could not have been simply characterized as scribal variants.

The second hypothesis to be considered was the unlikely case of both versions being actually done by two students, hence reflecting two writers. That hypothesis would assume that ᶜUrḍī gave his book in a series of lectures; students, taking notes, later reorganized it in a publishable form. That hypothesis, absurd as it is, was entertained for a very short time and was then discarded as untenable, for the relationships between these Mss supported beyond any doubt a third hypothesis, namely, that the writer of the text preserved in *B* and *M*, had the text preserved in *Q* to work with. This last hypothesis, as will be shown below, solved two problems at once, namely: the relationship among the extant texts, and the relative dates of their composition.

Without going into great details, consider the following variants between *Q* on the one hand and *B*, *M* on the other:

1. On fol. 134v, *B* reads:

ومحيط هذه الدائرة هي الفصل المشترك بين بسيطي الكرة والمخروط المحيط بها.

This is the same text as in *M*, and both Mss, *B* and *M* have the same grammatical mistake, namely, هي the feminine pronoun, referring to محيط the masculine noun. *Q* on the other hand reads... وهذه الدائرة هي الفصل where the pronoun هي is correctly used to refer to the noun دائرة .

The correct text of *Q*, referred originally to the circle resulting from the intersection of a cone and a sphere. Then, later, in the process of refining the terminology, ᶜUrḍī wanted to refer only to the circumference of that circle and not to the vague term circle which could include the area as well. At that point he felt that if he inserted the word محيط (circumference), before هذه, it will clear up the ambiguity. By doing so he generated the reading preserved in *B* and *M*, together with the pronoun هي which he should have changed once he changed the subject to which

inaccuracies, but nowhere does he face the more basic problem, that is Kharaqī's slavish adoption of Ptolemy's astronomy. That sophistication he leaves for *Kitāb al-Hay'ah* which was in all likelihood written after some years.

4) *Risālat al-ᶜamal fī al-kurah al-kāmilah* (A Treatise on the Use of the Armillary Sphere). This text has been mentioned by ᶜUrḍī himself in both of his works *Kitāb al-Hay'ah*[24] and *Risālat al-raṣd*[25]. Unfortunately, no copies of this text have been uncovered yet, and the present author suspects that it may be one of the tens of Mss simply titled *Risālah fī al-Kurah* that are attributed to Qusta b. Luqah, Autolycos or even Archimedes, and have not yet been investigated. Either sheer luck, or a thorough cataloguing by historians of Arabic science of the holdings of Libraries under that title, may uncover this text in the future. For the time being, we have to assume that it is lost.

5) Finally, ᶜUrḍī seems to have written a short article under the title *«fī itmām burhān al-shakl al-rābiᶜ min al-maqālah al-tāsiᶜah min al-majisṭī»* (On Completing the Proof of the Fourth Figure of Book IX of the *Almagest*), which seems to be extant in two copies: One in Meshhed, Iran, as an appendix to the *Almagest* copy there No. 5452[26], and one in Ankara, Turkey, Saib 5092/7 fol. 68a-68b[27]. The latter copy has a slight variation in the title; instead, it has *Muqaddimah fī taṣḥīḥ burhān al-shakl al-rābiᶜ min tāsiᶜat al-majisṭī* (An Introduction to the Correction of the Proof of Figure Four Book IX of the *Almagest*). I have not been able, as of this date, to study any of these Mss. But from the title they seem to be copies of the same work, and that there is no reason to doubt their authenticity. As for the contents, it may very well refer to the last diagram of IX, 6, for it is the fourth in that book, and it is the one dealing with the Mercury model.

The Text of Kitāb al-Hay'ah

A few years ago, when *Kitāb al-Hay'ah* was first identified as being extant in Ms *B*, the present author raised the question of the date of composition of this text in terms of its priority to Ṭūsī's *Tadhkirah*. The results reached then that ᶜUrḍī's work was written before 1259[28], before Ṭūsī's *Tadhkirah*, and before ᶜUrḍī's arrival at Maraghah, are still valid today. But to raise the question in terms of priority was a methodological mistake. For priority would be interesting only if one could show some indebtedness within the works considered. Now, after a full study of ᶜUrḍī's and Ṭūsī's works, this author is convinced that there is no such indebtedness, and that both astronomers were working independently of one another. One can now assert that even the technical solutions applied to the Ptolemaic problems are not even similar. At this stage then, the whole issue of priority is of no consequence.

---

(24) Marsh 621, [thereafter all folio references in the notes to ᶜUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah* will be to this Ms], fol. 175r, 176v and 199r.

(25) Tekli, «Al-Urdi'nin 'Risalet-Un fi Keyfiyet-il-Ersad' Adli Makalesi,» p. 100.

(26) Muhammad Mudarris Rizavi, *Aḥwāl wa-āsār... Naṣīr al-Dīn* (Teheran: Farhang Iran, 1976), pp. 229-230.

(27) Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttumus*, vol. 6, p. 292.

(28) Saliba, «The First Non-Ptolemaic Astronomy at the Maragha School».

an unwilling guest at Maraghah, alone, and nostalgic to his homeland Syria.

Briefly then, ᶜUrḍī was born in the medieval city of ᶜUrḍ, that is no longer on modern maps, or descended from a family that lived in it. He moved to Damascus sometime before 1239, the earliest date al-Malik al-Manṣūr could have come in contact with him to employ him. There, he worked as an engineer and a teacher of Geometry; he probably taught astronomy as well. In the 1250's he was recruited by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, who had by then assumed the office of vizir to the Mongols; and in 1259-- or shortly before-- he was brought to Maraghah, in modern Adharbayjān, to construct the observatory. There, in Maraghah, he died, leaving a family of at least one son called Muḥammad. It was this son who, in his father's footsteps, built a celestial globe, and made a copy of his father's *Book on Astronomy* which is preserved in Ms *M*.

ᶜUrḍī's Works

So far we mentioned two of the works of ᶜUrḍī, namely:

1) *Kitāb al-Hay'ah* (Book on Astronomy), which is edited herewith, and

2) *Risālat fī Kayfiyyat al-Arṣād* (A Treatise on the Methods of Observations) which should be better identified by its alternate title: *Risālat fī kayfiyyat ᶜamal ālāt al-raṣd wa-kayfiyyat istiᶜmāliha* (A Treatise on the Construction and Use of Observational Instruments), for that is actually the subject matter of the treatise, rather than the methods of observation. This treatise has been edited and translated into French, German, Turkish and English[21].

From other sources we know that ᶜUrḍī also wrote the following works:

3) A commentary on Kharaqī's astronomical treatise *al-Tabṣirah,* which he called a *mulḥaq* to the *Tabṣirah.* This work is extant in a unique Ms, as far as I know, at the Escorial Library, Spain. In the catalogue of the Escorial Ms Arab. No. 955[22], it is identified as anonymous simply because the author's name is not mentioned on the first page of the text nor in the colophon. The present author has edited this text, and can now show beyond doubt that it was the work of ᶜUrḍī, for, among other things, he is mentioned twice by name inside the text, and referred to as: «*qala al-ᶜUrḍī*» (ᶜUrḍī said)[23]. The text itself, however, is only an elementary treatise on astronomy, and stays very close to the wording of Kharaqī's *Tabṣirah.* After close investigation, it looks like it is a text that ᶜUrḍī may have written when he was still young, for he does not mention in it any of his other works. He may have also used it to teach his students their «first course» in astronomy through the *Tabṣirah* using this *mulḥaq* as a running commentary. In terms of sophistication it is nowhere comparable to the text we are editing here, and all it shows is a student's eagerness to begin to be critical, and to think on his own. In this *mulḥaq* ᶜUrḍī feels that Kharaqī's *Tabṣirah* is ridden with

---

(21) Jourdain, «Mémoire sur les instruments employés à l'observatoire de Maragha,» p. 43 ff; Seeman, «Die Instrumente der Sternwarte zu Maragha nach den Mitteilungen von al-ᶜUrḍī,» pp. 15-126, and Tekli, Ibid., pp. 1-169.

(22) Escorial Ms. Arab. 955, fol. 110v-128v.

(23) See for example: fol. 112r: «qāla Mu'ayyad al-Dīn al-ᶜUrḍī».

reference in his *Risālat al-raṣd* when describing an instrument for determining the azimuth. There he says that he had built one like it for al-Malik al-Manṣūr ruler *(ṣāhib)* of Ḥimṣ, in the year 650 A.H. (1252), in Damascus, in the presence of the wazir Najm al-Dīn al-Lubudī who then called it *al-ālat al-kāmilat* (The Perfect Instrument). If we take the designation al-Manṣūr as the official *laqab* adopted by the Ayyūbid ruler of Ḥimṣ, al-Malik Ibrāhīm, then there is something wrong with the date, for that specific ruler died some seven years earlier in 643 A.H.[15]. But if *al-manṣūr* is simply to mean a wishful blessing «the victorious», then it would refer to al-Malik al-Ashraf who was the ruler of Ḥimṣ in 650.

But Najm al-Dīn al-Lubudī, who was also an astronomer[16], did indeed serve al-Malik al-Manṣūr Ibrāhīm, ruler of Ḥimṣ 637-643, and fled to Egypt after the death of his patron in 643. It is not known if he ever returned to Damascus, or that he ever retained the title wazir, or assumed another vizirate.

If, on the other hand, the date 650 is corrupt in the Ms of *Risālat al-raṣd*[17]-- and there are good reasons to think so, for some of the variant readings suggest even an absurd year 215-- then his presence in Damascus at the time when he was constructing the Perfect Instrument would be pushed somewhat earlier to the period when al-Manṣūr Ibrāhīm was in power, i.e. 637-643 (1239-1245). It is unfortunate that the available evidence does not allow us to refine these dates any further.

If ᶜUrḍī was indeed in Damascus in 1252, then at some point between 1252 and 1258 he must have either made contact with Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, or was brought to his attention as a famous engineer. For as soon as Ṭūsī was given permission by Hulagu to build the Ilkhanid observatory in Maraghah[18], he commissioned ᶜUrḍī to construct it. ᶜUrḍī's *Risālat al-raṣd* is a record of his work on the instruments of that observatory. In it too he complains that he was away from his family and homeland, and that he was at times asked to build buildings and to solve engineering problems that were not within his main line of work. He then bitterly says that he did all that out of obligation and not that he wanted to *(mujbarun akhūka lā baṭal)*[19]. From the *Zīj-ī Īlkhānī*[20] which itself is a very curious document, we do not know of ᶜUrḍī's participation in that observatory except in the construction of the instruments. I know of no other evidence to suggest anything else. But all the evidence seem to point to ᶜUrḍī as being

---

(15) ابو عبد الله محمد بن أحمد الذهبي، دول الإسلام، ط ٢ (حيدر آباد الدكن: مطبعة دائرة المعارف العثمانية، ١٩٤٤)، ص ١١٣.

(16) For Lubudi, see: Bar Hebraeus, *Historia Orientalis* (Oxon: [n.pb.], 1672), p. 526; Heinrich Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und Ihre Werke* (Leipzig: B.G. Teubner, 1900), p. 146, and IAU, *ᶜUyūn al-Anbā' fī Ṭabaqāt al-Aṭibbā'*, vol. 2, p. 185 ff.

(17) Tekli, «Al-Urdi'nin 'Risalet-Un fi Keyfiyet-il-Ersad' Adli Makalesi,» p.159.

(18) Aydin Mehmed Sayili, *The Observatory in Islam and its Place in the General History of the Observatory*, Publications of the Turkish Historical Society, ser. 7; no. 38 (Ankara: Turk Tarih Kurumu Baslimevi, 1960), pp. 187-223.

(19) Tekli, Ibid., p. 136.

(20) For a technical synopsis of Zīj-i Īlkhānī, see: E.S. Kennedy, «A Survey of Islamic Astronomical Tables,» *Transactions of the American Philosophical Society*, no. 46 (1956), pp. 161-162.

risālat al-raṣd for short), where he is called *malik al-muhandisīn,* the *nisbah* Dimashqī is added to his title. His name there is simply Mu'ayyad al-Millat wa-l-Dīn al-ᶜUrḍī al-Dimashqī. I do not know of any other reference to this author which may shed further light on his name.

We assume then that his first name was Mu'ayyad, his *laqab* was Mu'ayyad al-Dīn, his father's name was Barīk (or Burayk), and that he was either born in ᶜUrḍ-- a city between modern Palmyra of Syria and Ruṣāfa[10]-- or that his family came from it to earn him the *nisbah* ᶜUrḍī. There seems to be one Ms of his work *Risālat al-raṣd* where his father's name is quoted as Barmak, which is a possible misreading of Barik or Burayk. As for his grandfather, I do not know how a later hand determined his name to be Falāḥ, and thus Ms *Q* identifies him in the Hebrew script on the front page as Ibn Falaḥ. In the body of the text, the more reliable part of *Q* (fol. 1r), where his name and titles are repeated in full, his grandfather's name is not mentioned. For lack of any further corroborating evidence, we have to assume that the question of his grandfather's name is not yet settled.

His second *nisbah* ᶜĀmirī, used by him in *Q*, and by his son in *M*, is most probably referring to the Arabian tribe of Banū ᶜĀmir[11], and thus would indicate that he and his family identified themselves as descendants from the southern Arabian tribe of Banū ᶜĀmir. The *nisbah* Dimashqī used in *Risālat al-raṣd* and Ṭūsī's *Zīj-i Īlkhānī*[12] simply refers to the fact that he had established his career primarily as an engineer in Damascus. We also know that he taught Euclid's Elements there to the Physician Ibn al-Quff[13].

We do not know, so far, anything about his birth date, but *Jāmiᶜ al-Tawārīkh*[14] gives his death date in the year 664 A.H. (1266 A.D.). And if we assume that he died in his sixties, then it would be reasonable to say that he was born towards the beginning of the thirteenth century.

The only other biographical information we have of him is the perplexing

= *Magasine encyclopédique au journal des sciences, des lettres et des arts,* no. 6 (1809), p. 43 ff; Hugo J. Seeman, «Die Instrumente der Sternwarte zu Maragha nach den Mitteilungen von al-ᶜUrḍī,» *Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen,* no. 60 (1928), pp. 15-126, and Sevim Tekli, «Al-Urdi'nin 'Risalet-Un fi Keyfiyet-il-Ersad' Adli Makalesi,» *Arastirma,* no. 8 (1970), pp. 1-169.

(10) شهاب الدين ابو عبدالله ياقوت الحموي، معجم البلدان، ٢ ج في ٥ (بيروت: دار صادر، ١٩٥٥ - ١٩٥٧)، ج ٤، ص ١٠٣.

(11) See: «Djaᶜda,» in: *Encyclopaedia of Islam,* new ed. (Leiden: E. J. Brill; London: Luzac and Co., 1965), vol. 2, p. 365.

(12) For ᶜUrdi's mention in the *Zīj-i Īlkhānī,* see: J.A. Boyle, «The Longer Introduction to the 'Zīj-i Īlkhānī' of Naṣīr-ed-Dīn Ṭūsī,» *Journal of Semitic Studies,* no. 8 (1963), pp. 244-254, especially 247.

(13) Ibn Abī Uṣaybiᶜah [IAU], *ᶜUyūn al-Anbā' fī Ṭabaqāt al-Aṭibbā',* Edited by August Muller (Konigsberb: [n. pb.], 1884), vol. 2, p. 273.

(14) Rashid al-Din, *Jāmiᶜ al-Tavārīkh,* Edited by Bhman Karimi (Teheran: Eqbal, 1960), vol. 2, p. 718, and J.A. Boyle, *The Successors of Genghais Khan* (New York: Columbia, 1971), p. 308.

it was found when it was microfilmed. What is certain, however, is that this copy lacks the usual scribal corrections. And judging from the number of mistakes, in comparison to the collated *B*, one can assume that *M* is, on the whole, an inferior copy from a textual point of view, and thus less reliable. In addition, it has some four lacunae of twenty (after fol. 18v), four (after fol. 74v), two (after fol. 117v) and four (after fol. 132v) pages each. The surviving part of the text is 138 folios, with an average of twenty-one lines to the page, and fourteen words to the line. The whole text must have contained close to 90,000 words, similar to the number of words in *B*.

The surviving portion of the text is not paginated, and the reference to it on the margin of this edition is to the actual serial count of the surviving folios. Here again, if one were to compare the edited text with Ms *M*, one could do so by actually counting the surviving folios and matching the counted number with the one designated on the margin.

The Base Text Used for This Edition

Judging from the evidence available so far, Ms *B* was deemed to be the most reliable Ms. Not only because it contains a complete text, but rather because it seems to have been carefully collated with an original master copy, which itself was an edited version prepared by ᶜUrḍī sometime after he had finished the text preserved in *Q*. The importance of Ms *Q* at this stage was basically historical, in the sense that it allows us a glimpse into the methods by which medieval astronomers prepared their texts, and the number of editions to which they subjected their works. Moreover, *Q* was also useful in determining the correct reading in several places, for, as we shall see later, the original sentences were mostly grammatically correct in *Q*. But in the process of editing *Q* to produce the text preserved in *B* and *M*, certain grammatical mistakes were introduced that can be easily explained if one assumes the editor who produced the text of *B* and *M* to have had the text preserved in *Q* to work with. Once the nature of Ms *Q* was thus understood, the alternative was to use either *B* or *M* as a base for this edition. That decision was simple for the many reasons discussed so far concerning the superiority of *B* over *M*.

The main folio references, therefore, are those of Ms *B*, and the marginal cross references are to *M* and *Q* as designated in the edition. New pages in *B* are marked with a slash (/), while those of *M* are marked with half a square bracket (⌉) and those of *Q* with a carrot.

The Author

We, unfortunately, know very little about the author of *Kitāb al-Hay'ah*. His full name is given only in Ms *Q*, mentioned above [Plate I], as: Mu'ayyad al-Dīn Mu'ayyad b. Barīk (or Burayk) al-ᶜUrḍī al-ᶜĀmirī. His fame as an engineer earned him also the title *muhandis, sharaf al-muhandisīn, qudwat al-muhandisīn,* and even *malik al-muhandisīn* (Engineer, Glory of Engineers, the Example of Engineers, and even King of Engineers). In one of his other texts, *Risālat fī kayfiyyat al-arṣād*[9] (or

(9) Anable Jourdain, «Mémoire sur les instruments employés à l'observatoire de Maragha,» =

Plate XI – Fols. 132v-133r of Meshhed Ms. No. 398.

Plate X — Fols. 127v-128r of Meshhed Ms. No. 398.

Plate IX – Fols. 106v-107r of Meshhed Ms. No. 398.

Plate VIII – Fols. 97v-98r of Meshhed Ms. No. 398.

Plate VII – Fols. 48v-49r of Meshed Ms. No. 398.

Plate VI – Fols. 18v-19r of Meshhed Ms No. 398.

Plate V – Fol. 8v-9r of Meshhed Ms. No. 398.

Plate IV – Back of Flyleaf and fol. 1r of Meshhed Ms. 398.

assumed to exist by the author himself is relatively small, some thirty-five in all; and most of them are known from other works on astronomy. Some even are direct copies of those in the *Almagest*, and ᶜUrḍī could easily assume that his reader was familiar with those diagrams. (2) The language of the text when referring to the diagrams is explicit enough to allow the reader to reconstruct the diagrams for himself. In fact, all the diagrams supplied with the edition were reconstructed on the basis of the textual description and then later checked with those surviving in the Konya Ms, or in the Meshhed Ms that will be discussed next.

3- The Meshhed Ms, Mawlavi No. 398(7) (*M*, for Arabic *mīm*).

As stated in the Forward, the copying of this Ms was completed, or at least so designated, by the son of ᶜUrḍī himself, Muḥammad b. Mu'ayyad al-ᶜUrḍī al-ᶜĀmirī, in Hamadhān on the twelvth of Shawwāl, 696 A.H. (August 4, 1292) [cf. Plate III]. We also know this son from his work on a celestial globe that he had constructed in the year 1279, and was described in the first quarter of this century by Adolph Drechsler(8). I know of no other works attributed to ᶜUrḍī's son Muhammad.

The manuscript that he claimed to have copied in Hamadhān, in 1292, actually contains the same text as that of *B*, but is not a copy of it. The diagrams, for example, that were lacking in *B*, are mostly preserved in *M*. At one point, fol. 96r (*B*), 2r *(M)*, the text in *B* is erroneous, but not so in *M*. Similarly, on fol. 97v (*B*), 3v *(M)* a sentence in *B* is rearranged in *M*. And from the many misreadings of the original Ms that are preserved in *M* one could safely assume that none of these misreadings assume the orthography of *B*. Only once a marginal note of two words in *B*, fol. 121v, is inserted in the wrong place in *M*, fol. 25r, which may suggest that *M* may have been a copy of *B*. But a closer investigation revealed that the marginal note in *B* is an alternative reading of the text which may have been on the margin of the original copy from which *B* itself and *M* were derived. The copyist of *M* may have seen this alternative reading on his master copy and inserted it in the wrong line. What is certain therefore, is that both *M* and *B* derive from the same text, that was written as a second version to *Q*, and as of now has not been known to exist.

From a paleographic point of view, and depending only on the microfilm copy that was used for this edition, one can assume that at least eight hands had collaborated to complete the copying of *M* [cf. Plates IV, III, V-XI]. Most of the lacunae in the text, mentioned below, coincide with a change in the handwriting. As a result, all the changes in handwriting occur on the front side of the paper (here called recto, *r*), which may indicate that for some reason the original manuscript had at some point disintigrated, and the lost pages were later filled by several people, and probably at several times. Without being able to examine the actual paper of the manuscript, one can not tell for sure how this manuscript came to be in the shape that

(7) M. Walā'i, «Fihrist Nusakh-i Khaṭṭ-i ᶜAbd al-Majid Mawlavi,» *Nuskheha-i Khaṭṭ-i*, no. 5 (1969), pp. 51-53 especially.

(8) A. Drechsler, *Der Arabische Himmelglobus des muhammad ben Myid el-'Ordhi von Jahre 1279 im Mathematisch-Physicalischen Salon zu Dresden* (Dresden: Buchdruckerei der Wilhelm und Bertha V. Baensch Stiftung, 1922).

Plate III – Colophon of the Meshhed Ms, No. 398, fol. 137v.

folios or so contain a copy of Ṭūsī's version of Euclid's *Elements*, followed by a short treatise by Ṭūsī too on the Soul. At the end, ʿUrḍī's text is followed by a short treatise in Persian, of six pages, on astrology.

Because of its position in the collection, ʿUrḍī's text has been protected from the damage that usually befalls first and last pages of manuscripts. But, also because it is in a collection, the copyist did not feel that he could afford a separate page just for the title of the work, and hence started copying from the *basmalah* page. ʿUrḍī himself never referred to the title of his work in his own introduction to the text, nor at any other point in the text. As a result, the Bodlean Ms was assumed to have been anonymous by Swerdlow, Goldstein and Swerdlow and more recently by F. Sezgin(4), after it had been shown that it couldn't have been the work of Avicenna by B. Goldstein. The positive identification of this manuscript as that of *Kitāb al-Hay'ah* by ʿUrḍī was argued several years ago by the present author in a separate article in *ISIS*(5). Now that the Konya Ms is available for comparison the explicit attribution to ʿUrḍī is beyond any doubt.

As was stated above, this manuscript represents a copy of a later version of ʿUrḍī's *Kitāb al-Hay'ah*; this can now be proven, thanks to Dr. Prof. Muammar Dizer who made a film of the Konya copy available for study. This claim of the two-stage composition will be discussed below. At this point, we should note that the Bodlean Ms was also collated by the copyist with an original copy, and thus could not be the original autograph either. The autograph version, if it exists, from which *B* was copied was itself composed before 1259 as was noted before(6). What the copyist seems to have done was to copy the text, leave spaces for the diagrams, and hoped he would have the chance to either draw them himself later, or assign them to someone else to be drawn. This process was never completed, and as a result the great majority of the diagrams are lacking in this Ms. At least at one point someone tried his hand at one of the more complicated diagrams, that of the spheres of the upper planets (fol. 159r), but soon discovered that he had gone haywire and duly marked the diagram with the phrase «*hādha al-shakl khaṭa'*» (This Diagram is Erroneous). After that he tried only the very simple ones (as on fol. 194v, 197v, 198r, 199v, and 200v) and even then he either executed them poorly or left them incomplete. One can safely say that Ms *B*, although it has a complete text of the later version of *Kitāb al-Hay'ah*, it does not have any reliable diagram to go with the text.

The fact that Ms *B* lacks the diagrams, should not be considered as a major defect of the Ms for two main reasons: (1) the number of the diagrams themselves that were

---

(4) Swerdlow, «Ptolemy's Theory of the Distances and Sizes of the Plantes: A Study of the Scientific Foundation of Medieval Cosmology »; Goldstein and Swerdlow, Ibid.; Fuat Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, 8 vols. (Leiden: E.J. Brill, 1967-1982), vol. 6, p. 291, see also the present author's review of Sezgin, in: *Journal of the American Oriental Society*, no. 101 (1981), pp. 219-221.

(5) G. Saliba, «The First Non-Ptolemaic Astronomy at the Maragha School,» *ISIS*, no. 70 (1979), pp. 571-576.

(6) Ibid.



Plate II – Colophon of the Bodlean Ms, Marsh 621, fol. 214v.

Avicenna discussess the problem of the inclination of the diameters of the epicycles of Venus and Mercury. In *Kitāb al-Hay'ah* ᶜUrḍī is referred to as al-Shaykh (fol. 95v) and al-Shaykh al-Imām (fol. 126r). The Bodlean cataloguer therefore may have confused ᶜUrḍī with Ibn Sīnā simply because of the *laqab* Shaykh being applied to both of them.

The manuscript of *Kitāb al-Hay'ah* itself occupies 120 folios between 95v and 214v of 31 lines to the page and an average of 12-13 words to the line. The first ninety

text had taken place, was thought to be unnecessarily complex and thus undesirable. Instead, the Arabic pagination, after being increased by one unit between folios 35r and 109r inclusive, was retained simply because (i) it is physically there on the manuscript, and (ii) it is somehow continuous, giving an actual count of the surviving pages. If a reader ever wanted to compare our edition with this Ms, it was thought that, if worse comes to worst, one could simply count the folios as they actually exist, and the counted number would then be the one referred to on the margin of the edition preceeded by the letter *Qāf*.

Moreover, the Ms itself is incomplete, lacking the usual colophon, and breaks off on fol. 119v. The missing portion is about four pages according to an estimate based on the material surviving in the other two manuscripts. Originally, therefore, the Konya Ms had some 180 folios containing, on the average, some 22 lines to the page, 13-15 words to the line. Thus the original text must have had some 120,000 words.

The surviving text is also supplied with diagrams which are, in all instances, drawn in red ink, thus very faint on the microfilm copy that was used.

While collating the three manuscripts, it was quickly noticed that the Konya Ms is not only earlier than the other two in terms of its date, but that it was also a copy of an earlier version of *Kitāb al-Hay'ah*, which must have been written still earlier than this copy. In a separate section below, the relationships among the surviving manuscripts, the date of the composition of the original text, and the number of versions it went through, will be discussed in detail.

2- The Bodlean Ms, March 621 (*B* for the Arabic letter *bā'* used in the notes.) Chronologically, this is the second Ms to be copied; and as we have seen in the Forward the process of copying was completed on the eighteenth of Rabīᶜ II, 671 A.H. (November 13, 1272). The copyist [cf. Plate II] signed the colophon, fol. 214v as: al-Ḥusayn b. Ibrāhīm b. al-Ḥusayn Abu al-Fatḥ al-Ḥāfiẓ, who is otherwise unkonwn to me except as the copyist of another note in the same collection fol. 91v. The whole Ms is written with the same *naskhī* hand used in the signature, and we can therefore conclude that the same copyist completed the whole text by himself.

It is this Ms that was partially studied by Noel Swerdlow(1), and by Bernard Goldstein and Nowel Swerdlow(2). In the Bodlean catalogue, it is identified as the work of Avicenna(3) maybe because it is a part of a collection containing, among other things, a note (fol. 91v) attributed to al-Shaykh al-Ra'īs Abu ᶜAlī Ibn Sīnā in which

(1) N. Swerdlow, «Ptolemy's Theory of the Distances and Sizes of the Planets: A Study of the Scientific Foundation of Medieval Cosmology,» (Unpublished Dissertation, Yale University, New Haven, 1968), pp. 194-212.

(2) B. Goldstein and N. Swerdlow, «Planetary Distances and Sizes in an Anonymous Arabic Treatise Preserved in Bodlean Ms Marsh 621,» *Centaurus*, no. 15 (1970), pp. 135-170.

(3) Joanne Uri, *Bibliothecae Bodleianae Codicum Manuscriptorum Orientalium* (Oxford: Clarendon Press, 1787), pars prima, Oxonii, p. 219 (no. MXII). The entry describes the Ms in the following words: «Avicennae Almagestum seu Magnae constructionis mathematicae opus».

towards the middle of the page. Besides Hebrew identification there are three ownership signatures that are poorly preserved and thus undecipherable.

The manuscript itself is written in a beautiful *naskhī* hand, and at times even vocalized. Only four pages, fols. 95r-96v, have been written by another hand and lack the dots. From the reference to the author, fol. 1r, without the usual «blessings upon his soul», we may conclude that it was copied when the author was still alive. This is in distinct contrast to the other two manuscripts that refer to the author with «*qaddasa Allah rūḥahu*» (May God bless his soul), hence definitely written after his death.

The Konya manuscript itself is not an autograph--the author would not have referred to himself with all the pompous adjectives if it were copied by him-- and is therefore a copy, for we note in several places the usual scribal terms *balagha muqābalatan* (collated so far) (e.g. fol. 25v) or simply *balagha*, to signal the point reached in the collation, as on fols. 17v, 83v. Moreover, there are several corrections on the margins that are designated by the term *ṣaḥḥ* (correct). These notes indicate that there was another copy from which this present manuscript was, in turn, copied and against which it was compared and corrected.

Like other medieval Arabic manuscripts, this one too was written on booklets (signatures) and the pages were serially numbered by folios; in this case using the numeral designation known nowadays in the Arab World as Indian numerals. A later hand, obviously without reading the text, has added the Arabic numeral pagination which is used in the page reference on the margin of this edition preceeded by the letter *Qāf*. The fact that the person who added the arabic numerals did not read the text, can be clearly established, for the pagination is continuous inspite of the lacunae in the text. Only twice this person introduced his own errors into the pagination: once, fol. 35r, where he repeated the same number on the next folio, and the other time, fol. 110, where he missed one folio. In the following edition the designation preceeded by *Qāf* is increased by one unit between fols. 35 and 110, and thus does not match the Arabic numerals found on the manuscript but rather matches the actual physical count of the surviving folios. The lacunae in the text sometimes reach as much as ten pages or more, and could have been easily identified if the later hand bothered to at least check the «Indian» numerals, if not read the text itself. Moreover, the Arabic numeral pagination is from the very beginning off by one unit from the «Indian» numeral pagination on account of the fact that the Arabic numeral pagination does not count the title page as part of the pagination while the «Indian» numeral pagination does; the Arabic numeral pagination therefore starts with the page following the *basmala* page. Folio 9v in the «Indian» numeral pagination is followed in the same system by fol. 34v signalling that some fifty pages had fallen off between those two pages, and that they were at one point extant when the manuscript was being paginated in that system. The Arabic numeral pagination passes on from fol. 8v to 9r without any interruption. Similarly, some fifteen pages have fallen off after fol. 67v, where also the Arabic numeral pagination proceeds from 42v-43r without interruption.

Faced with this difficulty, and wishing to avoid complicating the reference system any further, a reconstruction of the original pagination, before the several gaps in the

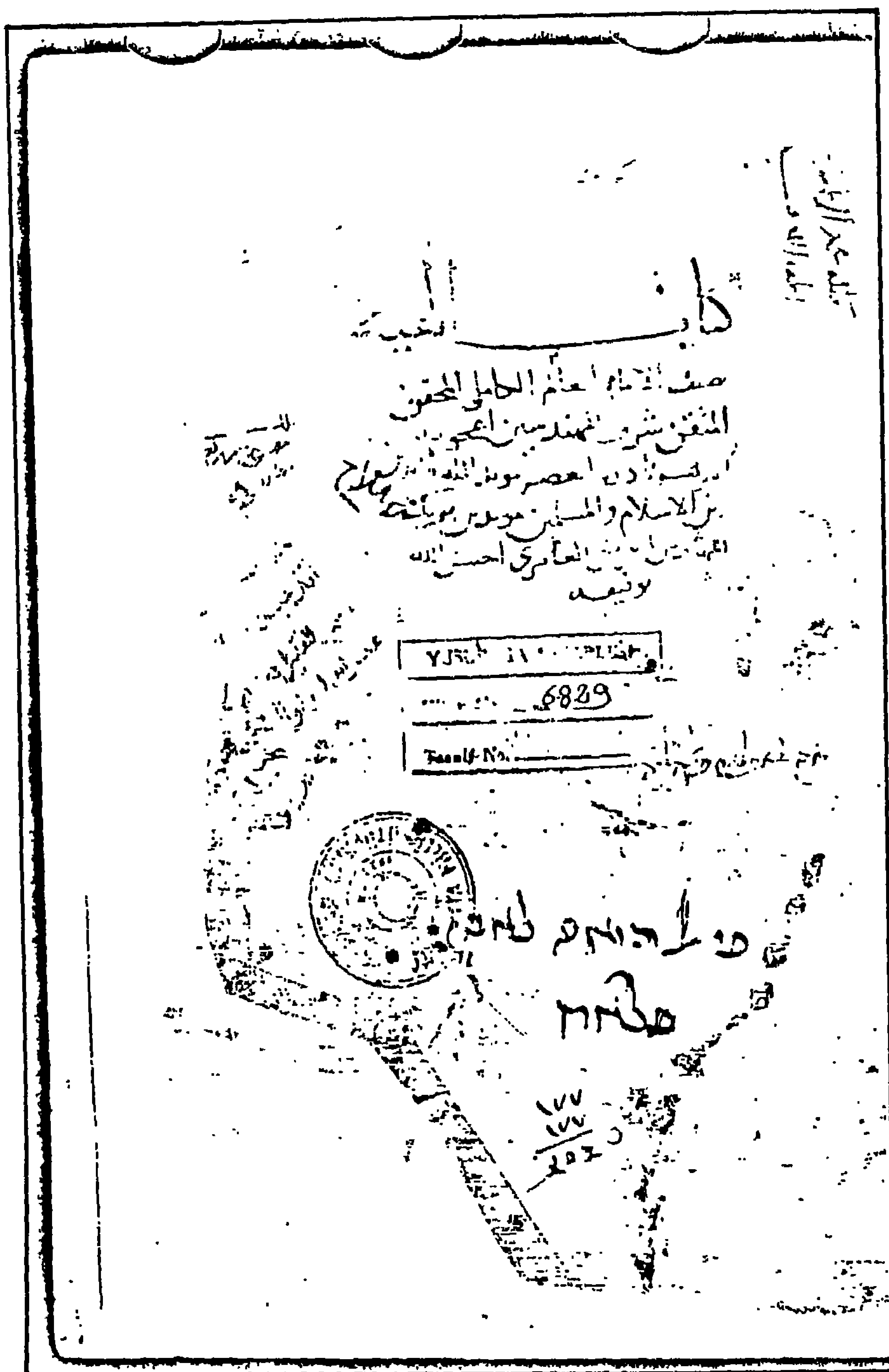


Plate I – Flyleaf of the Konya Ms. Yusuf Agha 6829.

INTRODUCTION

A proper evaluation of the contents of ᶜUrḍī's text, *Kitāb al-Hay'ah,* will not be attempted here, for that is projected to take place in the commentary accompanying the English translation of the text. Instead this introduction will deal only with the pertinent biographical information culled so far about the author, and the conditions relevant to the transformation of this work from the manuscript stage to this edited form. But for the benefit of the English reader who, for one reason or another, can not wait till the full English translation is made available in a few years, this introduction will also include some highlights of the contents of the text with no attempt at evaluating them in any serious manner.

The Manuscripts

So far, we know of three manuscripts of the work of Mu'ayyad al-Dīn al-ᶜUrḍī, known as *Kitāb al-Hay'ah* (Book on Astronomy):

1- The Konya Manuscript (*Q* for the Ms designated with the letter *Qāf*). This manuscript is kept at the Yūsuf Agha Library in Konya, Turkey, under the shelf number 6829. It is the only manuscript of the three that has the title page (cf. Plate I), and it carries the following information: *Kitāb al-Hay'ah* (Book on Astronomy, where *Hay'ah* literally means the «configuration or form of (the heavens)») by *al-imām al-ᶜālim al-kāmil al-muḥaqqiq al-mutqin sharaf al-muhandisīn uᶜjūbat al-dahr nādirat al-ᶜaṣr mu'ayyad* (or *mu'ayyid*) *al-millat wa-l-dīn zayn al-islām wa-l-muslimīn* Mu'ayyad b. Barīk (or Burayk) *al-muhandis* al-ᶜUrḍī al-ᶜĀmirī *aḥsana Allah tawfīqahu* (The knowledgable and perfect Imām, the meticulous verifier, the best of engineers, the miracle of time, the unique in this era, the one who is confirmed in his religion, the glory of Islam and the Muslims, Mu'ayyad b. Barīk the engineer al-ᶜUrḍī al-ᶜĀmirī, may God grant him the best success). A later hand has added next to Barīk the words Ibn Falāḥ (son of Falāḥ), and thus the book is identified in the square Hebrew script on the lower part of the page as: «*Fī al-Hay'ah li-ibn Falāḥ*» (On Astronomy by Ibn Falāḥ). Similar identification is inserted in cursive Hebrew script

doubt very much whether I or anyone else would have been able to obtain a microfilm of the Konya Ms. It is people like Dr. Prof. Dizer who revived my belief in unselfish dedication to scholarship.

The actual work on this edition could not have been completed, however, without the cooperation of my colleagues at Columbia University who covered my teaching load so that I could be relieved from teaching duties for the whole academic year 1982-1983. The University administration, Ms. Pricilla Schaff, Ms. Kathy Davenport, and Ms. Susan Tarran of the Office of Projects and Grants, assisted me every step of the way to obtain the necessary financial support. Without that assistance I doubt if I could have had the time to spend on this work.

But it was the generous Scholars Award of the National Science Foundation-- Program of History and Philosophy of Science-- which supplied the main funds for the project. Without implicating the Foundation in any way in the results of this work, I gratefully acknowledge the assistance extended to me for the academic year 1982-1983, and for the summer of 1983. The Institute of Advanced Study, Princeton, has also granted me a membership for that academic year, which, in retrospect, was most helpful for offering me an ideal environment to work, and the chance to interact with people who helped me in so many ways that I can not begin to list. The Institute of Arab Studies, Belmont, Mass., also granted me a fellowship that complemented the funds of NSF and offered me its facilities during the Spring of 1983. That assistance is gratefully acknowledged.

The list of friends and colleagues who have in one way or another contributed to this project is indeed very long, and most of them will have to remain nameless, although I am sure they can identify their contribution in the following pages. But, being my friends, they also know how much I appreciate their help and how much I treasure their friendship.

I would like to single out, however, two people who have over the years supported me with the most unselfish generosity: Professor E.S. Kennedy, to whom this book is dedicated, taught me everything I know of Islamic astronomy, and Professor O. Neugebauer has consistently supported me over the years, and has unfailingly supplied me with answers to all my querries. The debt I owe to these two people I will never be able to repay.

G.S.

Belmont, Mass. June 18, 1983.

Only some of the works of the astronomer ᶜUrḍī have been known to exist, and the one edited here is but the major one of them.

Kitāb al-Hay'ah of ᶜUrḍī is extant, as far as we know, in three copies. An early undated version apparently copied during the author's lifetime is kept at Yūsuf Āghā Library (No. 6829) in Konya, Turkey. Another later version exists in two copies: the earlier one is kept at the Bodlean Library in Oxford, March 621, and was finished at noon of Sunday, eighteenth of Rabīᶜ II, 671 A.H. (November 13, 1272), the other was finished, according to the colophon, by the son of ᶜUrḍī himself, Muḥammad b. Mu'ayyad al-ᶜUrḍī al-ᶜĀmirī, in Hamadhān on the twelfth of Shawwāl, 696 A.H. (August 4, 1292), and is kept at Meshhed, Kutubkhāneh-i Abdalmajīd Mawlavī (No. 398). The only copy that is explicitly attributed to ᶜUrḍī is that of Konya; the others simply refer to him as «the author», or «al-Shaykh al-Imām».

March 621, being the only complete and corrected version of all the extant copies, was used as the base copy for this edition; the other two were only quoted for variants in the critical apparatus. And when it was found that the Konya copy represented an earlier version of ᶜUrḍī's work --as it will be shown below-- a special attention was paid to it, for, in my judgement, it offered a rather rare opportunity to see how the thought of the medieval astronomer developed from one stage to the next, thereby producing two versions of the same work. All the variants in the Konya version were then recorded in the apparatus, whenever they were confined to one sentence or two; longer variants were added in a set of six appendices of variable length at the end of the edition.

The edition itself represents the first phase of a large project; the next being a full English translation and a commentary, which will use this critical edition as the basic reading. Work has already begun on the next phase, but it will be few years before it will be ready for the press.

Acknowledgements

So far, I have received the aid of many people who enthusiastically encouraged me to go on at times when difficulties looked insurmountable. Others have offered me a healthy challenge by discouraging me and by doubting the validity of the work every step of the way. The energies that I expended on this edition were derived from both of these types of people.

But I owe a special debt to the Librarian of the Bodlean Library, who cooperated with me and sent me microfilms of the MS under his custody with great efficiency whenever I needed them. I am also grateful to my colleague Prof. David King for supplying me with a microfilm of the Meshhed copy which he had in his possession, and for the continuous support and encouragement over the years. To Noel Swerdlow, I owe a great debt for he was the first to bring this manuscript to my attention when it was still anonymous. And it is to his credit that he remembered some ten years after having worked on sections of it that it was the product of an original mind. Professor B. Goldstein has very generously lent me the film that gave me my first glance at the text. But to Dr. Prof. Muammar Dizer of Kandilli Observatory, Istanbul, I owe the very special debt, for had it not been for him, I

Moreover, research has also revealed that these thirteenth-fourteenth century astronomers were not working in vacuum, nor did they spring up from nothing, but that they were rather heirs to a tradition already started a few centuries earlier. In that tradition, the name of Ibn al-Haytham (d.1038), for example, occupies a focal point for he has left us a treatise, that is now edited, in which he isolated the inconsistencies in the whole ptolemaic corpus, especially the *Almagest* and the *Planetary Hypothesis*, and specifically criticised him for the planetary models. We still do not know if Ibn al-Haytham ever managed to formulate his own alternative theory. But we know that his contemporary Ibn Sīnā seems to have been also aware of the ptolemaic problem--or what by then was known as the equant problem--and that it was Ibn Sīnā's student Abu ᶜUbayd al-Jūzjānī who attempted a solution of that specific inconsistency. Abu ᶜUbayd's text was edited and translated by the present author a few years ago, and the reader can refer to it for a glimpse of the nature of the work at this early stage. Put briefly, one notes that the problem of the equant was by then well understood, but the solution, in mathematical terms, was yet to come.

There is also enough evidence that this early criticism of the ptolemaic system was not confined only to the Muslim East, but that it was also discussed in the Muslim West (i.e. Andalus) as well. In an anonymous treatise, also called *Kitāb al-Hay'ah*, now kept at the Osmania University Library in Hyderabad (Deccan), the author who speaks of the famous Andalusian astronomer al-Zarqiel (d. 1078) as his friend, also states, when he discusses the ptolemaic equant, that he considered the problem a blemish in the ptolemaic theory and that he had discussed such problems at great length in a book that he entitled *al-Istidrāk ᶜalā Baṭlamyūs* (literally: The Exposition of Ptolemy's [mistakes]). The later succession of Andalusian philosophers and astronomers who criticized Ptolemy's astronomy in one way or another such as Ibn Bājah (d.1139), Ibn Ṭufayl (d.1185), Ibn Rushd (1126-1198), al-Biṭrūjī (c. 1200) and Jābir Ibn Aflaḥ (c.1200) attest to the vitality of such a discussion and to the widespread perception that although ptolemaic astronomy could predict the positions of the planets with a tolerable accuracy, that astronomy was far from being free of defects, at least on the philosophical level.

By the thirteenth century, the time when ᶜUrḍī's text --that is edited here-- was written, ptolemaic astronomy must have been fully understood, and thus exposed to criticism and reform. It was then that the Muslim world, from Andalus to the borders of China, was witnessing a florid activity, all centered around the idea of reforming ptolemaic astronomy. Some of those reforms were more successful than others; but all led to an extremely successful alternative set of planetary models proposed by Ibn al-Shāṭir of Damascus around 1350.

The text that is edited here is but one of those attempts. It was written most likely in Damascus, in two versions, sometime before 1258, by a man who was also known as an engineer and a maker of instruments. From several sources, we know that this man was famous enough to have been selected by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī to head the construction of the famous Ilkhanid observatory in Maraghah, North West Iran, in 1259. His own description of the instruments that he built in that observatory has been preserved in a treatise now available in print in Arabic, English and German. No other work of ᶜUrḍī, the engineer, is known to have withstood the ravishes of time.

But the closer one gets to a physical representation of the planetary motions the farther one will have to move from the mathematical models as they were proposed in the *Almagest*. Put briefly, the physical representation of the mathematical models of the *Almagest* present the problem of having a sphere--as a physical body-- now forced to be moved uniformly around an axis that does not pass through its center. Such a mechanically impossible proposition was later criticised and identified as the inconsistency or problem of the *equant*, thereby becoming a subject of great debate throughout the Middle Ages.

Taken as a whole therefore, Ptolemy's astronomy, as proposed in the *Almagest* and the *Planetary Hypothesis*, was found wanting and simply logically inconsistent with its own accepted principles. This astronomy was apparently kept alive for almost a millinium and a half simply because of its ability to predict the geocentric coordinates of the planets within a tolerable accuracy. But prediction of planetary positions, important as it is for astrological computations and the like, was simply not sufficient. Of course one has to have accurate predictions; and for that purpose several observations were conducted as early as the ninth century Baghdad in a continuous effort to refine this predictability. But all that those observations yielded was a set of parameters finer than the ones used in the *Almagest* and a few corrections of notions that were erroneously held in the *Almagest*. One thinks of the efforts to refine the value for the inclination of the ecliptic and the discovery of the motion of the solar apogee as well as the finer value for precession. But still all of these results, important as they are for observational purposes, were simply divorced from the theoretical considerations that the *Almagest* was based on. In essense they seem to have been conducted to improve the predictability of the theory as propounded in the *Almagest*.

But couldn't one have a theory that is consistent with its own axioms about the nature of the heavenly bodies and their motion on the one hand, and still be able to predict correctly the positions of the planets at any time? Such a theory, if it were ever achieved, would then be, in ᶜUrḍī's words, the highest intellectual achievement. The book of Mu'ayyad al-Dīn al-ᶜUrḍī (d.1266) that is edited here, called *kitāb al-hay'ah* (literally: The Book [of the heavenly] Configuration) was written as an attempt to describe such a theory.

During the period when research in astronomy was almost confined to the Arabic language, and within the domain of the Islamic civilization, roughly speaking, between the ninth and the fifteenth century, the search for such a theory was taken seriously; modern research has already uncovered several attempts at the formulation of such a theory. The names of Mu'ayyad al-Dīn al-ᶜUrḍī, Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (d. 1274), Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī (d.1311) and Ibn al-Shāṭir (d.1375) are by now famous names to historians of astronomy, for each of these astronomers was engaged in formulating one version or other of such a theory. From their works we also know that they were not the only ones who worked on such theories, for they quote names of other astronomers who seem to have been engaged in the same activity. The full extent of this enterprise is not yet fully understood. For up till this very day none of the works of these well known astronomers has been fully edited, let alone being translated and commented upon.

Foreword

In a critical passage, in chapter two of the ninth book of the *Almagest,* Ptolemy expressed his deep concern over the planetary hypothesis that he was about to propose. He seems to have been aware of the fact that his hypothesis, although it saved the phenomena by describing the behaviour of the planets in accordance with observations, it nevertheless was not derivable from the basic philosophical assumptions about the nature of the heavenly bodies and their movements. In a feeble attempt to explain this difficulty away, Ptolemy asked his reader to accept his hypothesis as describing the observable phenomena without being necessarily able to derive this hypothesis from first principles. One should convince himself, that once a model had been found that seemed to describe the phenomena, then that model must rest on consistent reasoning, although he (Ptolemy) can not demonstrate that reasoning. Faced with the option of rejecting such a model which accounts fairly well for the actual observations, or with changing the axioms about the nature of the heavenly bodies and their motions, Ptolemy seems to have opted to disregard the axioms and to uphold the models, being fully convinced that the observations were, in the final analysis, the only concrete basis for any theoretical hypothesis. Moreover, man's concern with planetary motion is, after all, satisfied by his ability to predict planetary positions with respect to the earth for astrological purposes, among other things, more so than by his ability to formulate theoretical models for the kinematics of the planets.

This, in a nutshell, was the way in which Ptolemy presented his astronomy in the *Almagest.* And when he came to reformulate it in the *Planetary Hypothesis,* where the physical reality of the universe is assumed together with the principle of uniform circular motion, Ptolemy did not address this problem of consistency between the physical reality of the planetary spheres themselves and the mathematical hypothetical models that were supposed to describe their motion. To aggravate the problem further, he even suggested a principle of parsimony and stated that one may even do away with the spheres and replace them with ring-like slices of spheres.

To E.S. Kennedy
A Humble Expression of Gratitude.

THE ASTRONOMICAL WORK OF MU'AYYAD AL-DĪN AL-ᶜURḌĪ
A Thirteenth Century Reform of Ptolemaic Astronomy
KITĀB AL-HAY'AH

Edition and Introduction
By
George Saliba

Center for Arab Unity Studies



Series of History of Arab Sciences (2)

The Astronomical Work of

MU'AYYAD AL-DIN AL-ᶜURDI

A Thirteenth Century Reform

of Ptolemaic Astronmy

KITAB AL-HAY'AH

Second Edition

Edition and Introduction by

GEORGE SALIBA